2e ANNÉE N° 7 15 AVRIL 1891

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LA CAUSE DE L'ÉQUILIBRE DANS LA MOLÉCULE

Il y a deux manières de concevoir la molécule : ou bien elle est composée d'un chaos d'atomes tournant sans ordre autour d'un centre de gravité commun, ou bien elle a (au moins en partie) une forme géométrique fixe, c'est-à-dire que chaque atome oscille autour d'un point fixe. Cette dernière manière de voir s'appuie sur les découvertes de M. Pasteur relatives au rapport qu'il y a entre la dissymétrie des cristaux et le pouvoir rotatoire des corps dissous; elle est confirmée par la découverte que j'ai faite en 1874, en même temps que M. Van T'Hoff, d'une règle pratique permettant de prédire d'après la formule de constitution le pouvoir rotatoire d'un composé organique carboné, car cette règle est déduite de la dissymétrie de la molécule, qui ne peut exister que si sa forme est invariable. De nombreux corps actifs nouveaux fabriqués de toutes pièces ont vérifié ces lois, et, en dernier lieu est venue la remarquable découverte de M. Bayer, qui a trouvé dans les composés d'addition de la benzine une série nouvelle d'isomères différents, suivant que les atomes qui s'ajoutent sont tous situés du même côté du plan de l'hexagone (corps cis ou trans) ou bien les uns d'un côté et les autres de l'autre (corps *à la fois* cis et trans).

I

L'étude des isoméries et des pouvoirs rotatoires qui résultent de la fixité de la forme moléculaire, constitue ce que M. V. Meyer a appelé la *stéréochimie*, c'est-à-dire la géométrie de la molécule chimique ; il y avait utilité, je crois, à traiter cette question géométrique indépendamment de la question dynamique, car la vérification de ces faits géométriques *n'impliquait aucunement la vérification des hypothèses faites sur les causes qui maintiennent l'équilibre moléculaire.*

Il est vrai que le problème dynamique n'en existe pas moins en lui-même et l'on doit se poser la question de savoir pourquoi le gaz des marais CH^4 et ses dérivés ne sont pas à l'état d'un chaos formé de cinq atomes. A cette question M. Van T'Hoff et l'école allemande répondent que le carbone a la vertu de maintenir en place les quatre atomes d'hydrogène ou les radicaux substitués au moyen de quatre pôles attractifs correspondant aux anciennes valences. Ce système de la valence dans l'espace consiste donc à expliquer le fait par une hypothèse nouvelle, inventée expressément pour satisfaire à cette condition. L'action de ces quatre pôles ramènerait les quatre atomes d'hydrogène du gaz des marais aux sommets d'un tétraèdre dont le carbone est le centre, et les forces qui agissent sont, de l'aveu de M. V. Meyer, perpendiculaires à la direction qui va du carbone à l'hydrogène, ce qui exige que l'atome de carbone occupe un volume appréciable. Ces difficultés à elles seules justifient le soin que j'ai pris de ne pas mêler la question dynamique à la stéréochimie. Il y en a d'autres encore, car si le carbone et l'azote sont doués de pôles attractifs, les atomes ou les radicaux qui leur sont combinés vont se placer forcément en face de ces pôles ; d'où résulteraient deux choses :

1° Les dérivés iodés, bromés ou chlorés d'un carbure d'hydrogène, devraient avoir la même forme géométrique et par conséquent la même forme cris-

talline que le carbure lui-même. J'ai déjà démontré par des exemples, la plupart anciens et quelques-uns nouveaux, qu'il n'en est rien [1].

2° Il résulte de la théorie des pôles que dans tous les dérivés du carbone et de l'azote, la molécule a une forme géométrique invariable, quelle que soit la nature des atomes ou radicaux combinés à l'azote. Ceci paraît en effet exact pour le carbone, quoique l'on n'ait pas encore fait les corps actifs les plus simples, comme le gaz des marais, substitués de fluor, de chlore et de brome :

$$C(H,Fl,Cl,Br).$$

Mais pour les sels ammoniacaux, nous savons, au contraire, qu'il en est tout autrement. L'azote étant uni dans le chlorure d'ammonium à cinq atomes, on doit lui supposer cinq pôles qui ne peuvent être symétriquement situés dans l'espace; de là il résulte qu'il devrait y avoir deux méthylamines, par exemple, et une foule d'isomères dont on ne trouve aucun échantillon, du moins dans le bas de la série.

J'étais moi-même si persuadé que la molécule a une forme invariable, que je préférais admettre qu'un seul des isomères prévus était stable, chose qui, dans le système des pôles, était déjà inexplicable; mais, si l'on renonçait à l'hypothèse des pôles, on pouvait concevoir facilement que le corps substitué possède une seule forme d'équilibre et que cet isomère unique ait une forme géométrique invariable; j'ai cherché à prouver ce point par une recherche sur le pouvoir rotatoire. En effet, si nous substituons, dans le chlorure d'ammonium AzH^4Cl, quatre radicaux différents, quel que soit leur arrangement dans l'espace (que le chlore ou l'azote soit au centre) pourvu que la forme géométrique soit stable et pas plane, il y aura dissymétrie. J'ai donc préparé le corps

$$Az(H,CH^3,C^2H^5,C^3H^7)Cl,$$

sel qui (en comptant l'hydrogène) renferme quatre radicaux distincts, et qui constitue un excellent milieu pour les moisissures; or, après avoir fait des cultures considérables, le résidu resta, contre mon attente, absolument inactif. Nous sommes donc bien obligés d'admettre que dans les premiers dérivés de substitution du chlorure d'ammonium, la molécule n'a pas une forme invariable, en d'autres termes que les radicaux alcooliques ou du moins quelques-uns d'entre eux, permutent à la température où nous opérons. L'effet de ces permutations est de transformer les isomères chimiques et optiques l'un dans l'autre; après tout, la même chose a lieu dans la série grasse, puisque l'acide tartrique, l'alcool amylique, etc., perdent leur pouvoir rotatoire et se racémisent, à des températures plus élevées, il est vrai.

Dans le système des valences dans l'espace on peut fort bien admettre que les pôles de l'azote à la température habituelle et ceux du carbone à une température plus élevée, sont trop faibles pour maintenir en place les radicaux alcooliques; mais au moins les faits devraient se passer de la même manière pour tous les termes la série, et c'est ce qui n'a pas lieu.

Tout récemment en effet j'ai démontré que les choses changent de face lorsque les substitutions sont au nombre de quatre et que les radicaux substitués sont des termes suffisamment élevés de la série alcoolique [1] : à ce moment, l'isomérie et le pouvoir rotatoire deviennent possibles. La cause qui maintient les radicaux à leur place semble donc résider en eux-mêmes et l'on est naturellement amené à l'idée que lorsqu'ils sont suffisamment grands, ils se callent réciproquement. Comme on ne savait pas à quel moment la molécule devait acquérir une forme invariable, le hasard seul pouvait fournir cette indication; elle m'a été donnée par les deux isomères du chlorure de triméthyl-isobutyl-ammonium découverts en 1890.

Il y avait donc lieu de tenter de nouveau d'obtenir des corps actifs en choisissant quatre radicaux différents et plus élevés que les précédents, de façon à augmenter encore la solidité de la molécule. Cette expérience m'a réussi [2] dès la première tentative sur le corps :

$$Az(CH^3,C^2H^5,C^3H^7,C^4H^9)Cl$$

qui a acquis par les moisissures un pouvoir rotatoire considérable.

II

Nous allons à présent rechercher si l'équilibre de la molécule ne peut pas s'expliquer autrement que par l'hypothèse des pôles.

M. Mendelejeff depuis longtemps avait posé le principe que dans une molécule tous les atomes réagissent les uns sur les autres; mais, comme l'affinité n'est qu'une force attractive, il fallait pour maintenir les atomes à une certaine distance les uns des autres, l'intervention d'une force répulsive. M. Guye, dans ses recherches sur le changement de signe du pouvoir rotatoire, a montré que ce changement coïncide avec le déplacement du centre de gravité, en calculant ce dernier d'après l'hypothèse du tétraèdre régulier de Van T'Hoff. Certaines contradictions se présentèrent dès l'abord; la plupart ont disparu quand, au lieu de supposer le tétraèdre régulier, on admit que le radical uni au

[1] Voyez le *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1890.

[1] *Comptes rendus, Académie des Sciences de Paris, avril* 1891.

[2] *Comptes rendus, Académie des Sciences de Paris*, 1890.

carbone était situé dans la direction du pôle, mais à une distance variable. Cette distance, M. Guye la calculait avec les sphères répulsives de M. Van der Vals et posait aussi en principe que parmi les forces répulsives qui agissent à l'intérieur de la molécule, il faut compter celles qui empêchent les gaz sous haute pression de se comprimer suivant la loi de Mariotte et sur lesquelles on a basé la théorie du point critique.

J'ai établi de mon côté que le jeu de ces forces répulsives pouvait remplacer les pôles et suffisait dans les composés saturés du carbone à maintenir l'équilibre intérieur de la molécule [1]. Ce système, qui peut être généralisé, est exempt des deux défauts que j'ai signalés dans la théorie des pôles. En effet :

1° le calcul démontre que les sphères répulsives des atomes de chlore, de brome et d'iode, sont fortement différentes ; de là résulte que les formes d'équilibre des carbures perchlorés, perbromés ou périodés, doivent être différentes dans certains cas, et cela explique les différences observées dans les formes cristallines.

2° Dans les composés dérivés du chlorure d'ammonium, on comprend que, si les sphères répulsives sont assez petites, elles cesseront à un moment donné de se toucher et que dans le bas de la série les permutations des radicaux deviennent possibles.

Néanmoins, si la plupart des faits connus s'expliquent en dehors de l'hypothèse des pôles, il est possible, soit par suite d'une rotation de l'atome, soit par quelque autre manière, que ce dernier agisse d'une façon particulière dans une direction donnée et possède deux pôles ou davantage. Mais on ne devra recourir à cette hypothèse que lorsque les forces connues ne suffiront plus pour expliquer les phénomènes observés.

A. Le Bel.
Docteur ès sciences.

LES IDÉES NOUVELLES SUR LA STRUCTURE, LE DÉVELOPPEMENT ET LA REPRODUCTION DES BACTÉRIES [2]

Un grand intérêt s'attache en ce moment à la morphologie des Bactéries. Pour la bien étudier, il convient de considérer ce petit groupe de microorganismes non seulement en lui-même, comme s'il était isolé et constituait quelque chose de particulier dans la Nature, mais aussi dans ses rapports avec d'autres groupes voisins d'Animaux et de Plantes.

I

Quant on découvrit les différents représentants des Bactéries sous forme de petits êtres doués d'une mobilité extrême, on ne douta pas que ce fussent des animalcules appartenant à la grande classe des Infusoires. Alors, en effet, tous les organismes doués de mobilité spontanée furent considérés comme des animaux. Bientôt cependant la découverte d'un état mobile chez de véritables plantes devait montrer que ce caractère de mobilité ne pouvait nullement servir à déterminer la nature des organismes inférieurs. En ce qui concerne spécialement les Bactéries, on devait, en outre, être frappé de ce fait qu'un grand nombre d'entre elles se présentaient souvent sous forme de filaments et d'autres états analogues à ceux de beaucoup de plantes inférieures.

On fut donc obligé de soustraire les Bactéries au Règne animal pour les classer parmi les Végétaux. Leur place était désignée parmi les Thallophytes possédant un état mobile, c'est-à-dire parmi les Champignons ou les Algues. L'absence presque constante de chlorophylle chez les Bactéries constituant un caractère commun avec les Champignons, on était tenté de les considérer comme un groupe de cette classe, et c'est pourquoi on les désigna longtemps sous le nom de *Schizomycètes*. Une étude plus approfondie de ces organismes devait cependant montrer d'une façon tout à fait claire, que ce sont les Algues qui présentent les liens de parenté les plus accusés avec les Bactéries.

Ce résultat, actuellement accepté par presque tous les botanistes, mérite examen. Déjà la forme extérieure de la plupart des Bactéries offre une ressemblance frappante avec celle de beaucoup d'Algues, d'un groupe de celles-ci notamment,

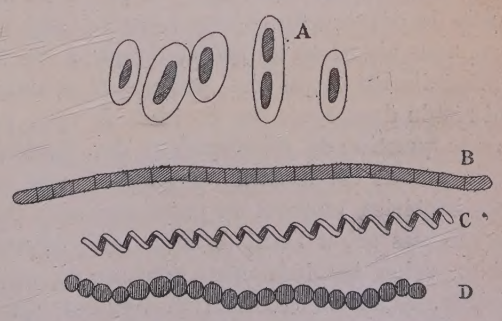


Fig. 1. — Différentes formes de *Cyanophycées*.

connu sous le nom de *Cyanophycées* ou *Phycochromacées*, Algues colorées en vert bleuâtre (fig. 1). Dans

[1] *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1890.
[2] Leçon faite à l'Institut Pasteur.

ce groupe il existe, comme chez les Bactéries, des formes en filaments ou en bâtonnets (fig. 1, B), ainsi que des cellules rondes réunies en amas différents, formant des chapelets (D) ou des corps quadrangulaires, ronds et irréguliers. Mais ce qui est surtout à noter, c'est le fait que parmi les Cyanophycées nous trouvons des formes spiralées, des *Spirulines* (C) comme on les appelle, qui ressemblent beaucoup aux Spirilles parmi les Bactéries. Ce trait de ressemblance nous est d'autant plus précieux que la classe des Champignons est entièrement dépourvue de formes roulées en spirale.

Un autre lien de parenté entre les Cyanophycées et les Bactéries nous est fourni par la fréquence des formes glaireuses, qui produisent si souvent chez les Bactéries des *zooglées* et qui représentent chez les Cyanophycées des formes dites *palmellacées* (A). Il est bien établi déjà que les zooglées ne sont qu'un état plus ou moins passager de beaucoup de Bactéries et qu'elles ne peuvent être, par conséquent, considérées comme un genre particulier. Une zooglée peut se produire aux dépens de bactéries filamenteuses, dont les cellules se recouvrent par une ou plusieurs couches glaireuses qui se réunissent pour former des amas de dimensions souvent très considérables. Des masses analogues se rencontrent fréquemment parmi les Cyanophycées, dont quelques-unes, comme les Nostocacées, forment des amas ronds très fréquents dans les endroits humides. Quoiqu'on ne connaisse pas jusqu'à présent d'exemple bien établi d'une forme cyanophycée, dont l'état palmellacé se rattacherait sûrement à un état filamenteux, il est bien probable néanmoins que de pareils exemples existent, car des phénomènes analogues ont été observés dans le groupe des Algues chlorophylliennes, notamment dans la famille des Ulothrichées. Des filaments de ces dernières éprouvent, à un moment donné, un changement de forme très considérable qui consiste en ce que leurs cellules sécrètent une gaine glaireuse, se multiplient rapidement et se transforment en un état palmellacé véritable (fig. 2, A et B). En établissant ce parallèle dans le cycle du développement des Algues et des Bactéries, nous abordons un problème qui a été longuement discuté et qui n'est pas encore définitivement résolu dans toute son étendue. Je veux parler de la question du *pléomorphisme* des Bactéries. Tout le monde est unanime à accepter que certaines bactéries peuvent se présenter sous différentes formes selon l'état de leur développement ou bien selon les influences directes du milieu extérieur. Ainsi on reconnaît facilement que le bacille charbonneux s'allonge en filaments et ne reste en état de bâtonnets que dans l'organisme animal ou dans quelques autres circonstances. L'état de bacille n'est dans ce cas qu'un stade du développement d'une bactérie en forme de leptothrix. Mais tandis que pour beaucoup d'observateurs, avec M. Cohn en tête, ce *poly* ou *pléomorphisme* n'est que très restreint, pour d'autres, il se présente d'une manière beaucoup plus générale. M. Nägeli a prétendu même que peut-être toutes les bactéries n'étaient que les différents états d'une seule et même espèce ou bien d'un nombre très restreint d'espèces, qui prenaient des formes particulières suivant les conditions spéciales de leur existence. Ainsi, par exemple, la même bactérie pourrait provoquer, tantôt la fermentation lactique, tantôt la fermentation butyrique, tantôt une maladie tantôt une autre. Ce n'étaient pour lui nullement des transformations d'espèce en espèce comme l'ont prétendu beaucoup de ses interprétateurs, mais bien des changements d'états différents d'une seule et même espèce, comme le passage d'une bactérie filamenteuse à une zooglée. Je n'ai pas besoin d'insister sur le fait que cette supposition de M. Nägeli ne s'est aucunement réalisée. Des recherches très nombreuses faites pendant les treize années écoulées depuis l'apparition de l'ouvrage du célèbre botaniste, ont pleinement démontré que dans le groupe de Bactéries il existe non seulement plusieurs, mais un très grand nombre d'espèces bien délimitées qui ont chacune son propre cycle de développement. On pense souvent que ce résultat, bien solidement établi, a complètement ébranlé la théorie du pléomorphisme des Bactéries, ce qui n'est pas vrai pourtant. Il existe en réalité beaucoup d'espèces de Bactéries et même d'espèces bien différentes; mais il existe aussi des Bactéries véritablement pléomorphes, c'est-à-dire des Bactéries, dans le cours du développement desquelles nous retrouvons des bâtonnets, des coccus ou des spirilles. Ainsi, par exemple, des bacilles à bouts arrondis, végétant dans un milieu favorable, se divisent très rapidement et finissent par donner des formes

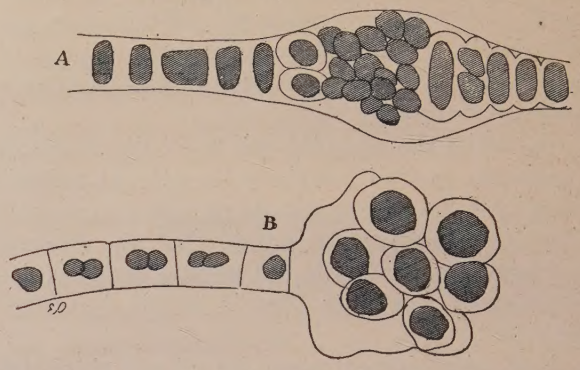


Fig. 2. — *Ulothrix mucosa*. Transformation en état palmellacé, d'après Cienkowsky.

ovales, très petites qui deviennent ensuite de véritables coccus. C'est le cas pour le microbe du choléra des poules, pour le micrococcus prodigiosus, etc. Des milieux moins appropriés ralentissent la multiplication, de sorte que les bacilles ne se transforment plus en coccus et conservent leur forme bacillaire, comme cela a lieu pour le Micrococcus prodigiosus, cultivé dans un milieu acide. Il est tout naturel que les bacilles à bouts tranchés, comme par exemple le bacille charbonneux, ne présentent pas cette transformation en coccus et, se divisant de plus en plus, conservent néanmoins leurs formes rectangulaires. Dans ces cas nous pouvons avoir à faire encore à des bacilles pléomorphes, mais ce ne sont plus des *coccobacilles*, c'est-à-dire des bacilles se transformant en coccus.

D'un autre côté, il est bien démontré que certaines Bactéries filiformes peuvent donner naissance à des spirilles. Ainsi M. Zopf a vu des spirilles se développer au bout des filaments d'un *Cladothryx* ce qui a été dernièrement confirmé par M. Billet. Plusieurs espèces de spirilles présentent dans leur premier état l'aspect de véritables bacilles.

Parmi les Bactéries à cycle de développement des plus pléomorphes il faut citer un espèce saprophytique qui a été découverte par M. Kurth, décrite par lui sous le nom de *Bacterium Zopfii* et dont les différents états ont été observés dans des cultures pures sur des milieux artificiels (fig. 3). Il s'agit d'un bacille à bouts arrondis et d'ordinaire assez court, qui se divise en cellules de plus en plus petites, qui finissent par être tout à fait rondes et semblables à des coccus. D'autre part les bacilles s'allongent pour former des filaments droits ou recourbés, souvent en forme de spirales. Quoiqu'on n'obtienne pas de véritables spirilles dans le cycle de développement du *B. Zopfii*, il s'y produit néanmoins des stades analogues aux vibrions.

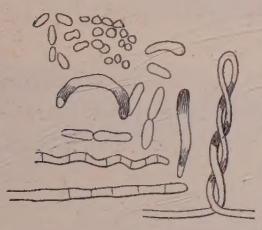


Fig. 3. — *Bacterium Zopfii*, d'après M. Kurth.

La plupart des observateurs qui sont opposés à l'admission du pléomorphisme des Bactéries cherchent à prouver que les formes les plus pléomorphes ne sont pas des Bactéries véritables, comme le *Crenothrix*, qui habite les eaux douces, ou bien que le pléomorphisme ne se rencontre que parmi les Bactéries saprophytes, comme chez le *Bacterium Zopfii*. Mais l'exemple du microbe du choléra des poules nous montre déjà que cette idée ne peut être acceptée, car il s'agit ici d'une Bactérie tout à fait pathogène.

Je veux citer encore un autre cas. J'ai eu la chance de rencontrer une Bactérie pathogène chez les Daphnies, qui présente de la façon la plus démonstrative le passage des bacilles aux spirilles (fig. 4.). Dans les premiers stades de la maladie, le petit crustacé entièrement transparent et par conséquent commode à étudier à l'état vivant, est envahi par une Bactérie ovale d'assez grandes dimensions ; en se divisant successivement, cette Bactérie se transforme d'abord en bâtonnets très réguliers qui se courbent et prennent la forme de petits saucissons; ces derniers se transforment ensuite en de véritables spirilles qui finissent par se dissocier en filaments de très petites dimensions. Voilà donc une Bactérie tout à fait pléomorphe et en même temps si exclusivement pathogène que jusqu'à présent on n'a point réussi à la cultiver en dehors de l'organisme.

Il y a bien d'autres exemples encore de Bactéries pléomorphes que je ne puis citer ici. Je me contenterai seulement de dire que le pléomorphisme des Bactéries est un phénomène constaté aussi bien

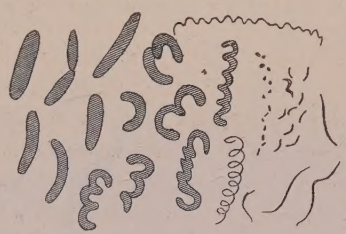


Fig. 4. — *Spirobacillus* Cienkowsky.

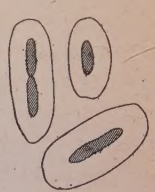


Fig. 5. — Bacilles dans leur gaîne.

que chez beaucoup d'autres Algues et que l'existence de cette variabilité de formes ne prouve nullement que toutes les Bactéries soient capables de se transformer en tous les états différents : coccus, bacilles, spirilles, filaments. Je n'ai pas besoin d'indiquer qu'il ne s'agit ici nullement de transformation de Bactéries en Champignons ou en Algues supérieures, comme on l'a prétendu autrefois, ni de mutabilité d'espèces s'opérerant sous l'œil de l'observateur. Le pléomorphisme des Bactéries est tout simplement un phénomène du développement qui présente une grande importance pour l'étude de ces microbes, et qui en même temps sert à établir les liens de parenté qui existent entre les Bactéries et les Algues véritables.

Ces liens peuvent être démontrés, non seulement par l'étude du cycle évolutif, mais aussi par l'examen de la structure de la cellule bactérienne. Cette dernière est toujours enveloppée par une membrane mince, composée d'une substance voisine de la cellulose, quoique ne donnant pas, dans la majorité des cas, la réaction caractéristique de cette dernière. Le plus souvent on trouve la cellule bactérienne enveloppée en dehors de la membrane par une gaine gélatineuse plus ou moins épaisse et consistante (fig. 5). Dans un grand nombre de

cas elle frappe les yeux comme chez les palmellacées ; dans d'autres, son existence ne peut être démontrée qu'à l'aide de colorations ou réactifs spéciaux.

Jusqu'à ces derniers temps, on considérait le contenu de la cellule bactérienne comme tout à fait homogène et composé uniquement du protoplasme. Mais des recherches minutieuses de M. Bütschli ont prouvé que les Bactéries se soumettent à la règle générale établie pour tous les organismes, c'est-à-dire que le contenu de leurs cellules se compose d'un protoplasme et aussi d'un noyau. Ces Bactéries présentent seulement cette particularité, c'est que la quantité du protoplasme est minime en comparaison de la dimension du noyau (fig. 6). Chez beaucoup de Bactéries on a même de la peine à retrouver le protoplasme, parce que le contenu de la cellule presque tout entier est occupé par le noyau. Les mêmes procédés qui ont permis de discerner cette structure de la cellule bactérienne ont suffi pour démontrer que

Fig. 6. — Bactérie avec noyau, d'après Bütschli.

Fig. 7. — *Spirillum* avec des *flagella*.

les Cyanophycées possèdent également un noyau véritable, fait qui a été méconnu pendant longtemps et qui, au point de vue de la structure intime, permet de ranger les Bactéries tout à fait à côté des Cyanophycées.

Les cellules bactériennes, souvent mobiles, comme chacun sait, sont pourvues dans ces cas de cils vibratiles, qui se trouvent tantôt à l'une, tantôt aux deux extrémités de la cellule à la fois ; quelquefois ils sont placés sur les côtés ou forment des touffes aux extrémités de la cellule (fig. 7). On pensait longtemps que ces cils ne se trouvaient que chez les bacilles et les spirilles, et faisaient complètement défaut chez les coccus ; mais, après la découverte d'Ali-Cohen, confirmée par d'autres observateurs, on s'est assuré que les coccus ne présentent nullement une exception à la règle générale.

II

Passant à la Reproduction, nous devons signaler d'abord la division comme le mode universellement répandu parmi les Bactéries et qui forme encore un lien de parenté indiscutable avec les Algues. Souvent, lorsqu'on a affaire à un microbe dont on ne connaît pas la position systématique, il suffit d'examiner son mode de reproduction pour déterminer la place qu'il occupe. Ainsi le bourgeonnement est caractéristique pour les levûres, tandis que la division accuse la nature bactérienne ou celle d'une algue véritable. Dans la plus grande majorité des cas, les Bactéries se divisent transversalement dans une seule direction (fig. 8, A), ce qui amène à des formes bacillaires ou filamenteuses comme des *leptothrix*, *streptococcus*, spirilles et autres. Dans des cas plus rares, la division s'opère dans deux directions opposées (fig. 8, B), ce qui a pour résultat des formes membraneuses, telles que *Merista*. Quelquefois les cellules bactériennes se divisent suivant les trois directions de l'espace, comme chez les *sarcines* (fig. 8, C). Cet exemple nous montre que la division longitudinale n'est point contraire à la nature bactérienne et par conséquent ne peut servir d'objection contre l'admission dans ce groupe de formes qui ne se divisent que de cette manière. Ce mode de division est caractéristique pour les Pasteuriacées (fig. 8, D), bactéries qui forment des colonies très riches en individus. La division longitudinale, s'opérant d'une façon incomplète, permet la production de formes ramifiées, qui au premier abord ne ressemblent en rien à des bactéries ordinaires. Mais après l'achèvement de la division, les individus se séparent de la colonie et accusent nettement leur nature bactérienne.

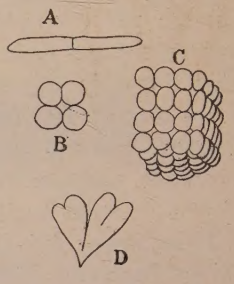


Fig. 8. — Types de division des Bactéries.

On voit donc que, même dans les cas les plus anormaux, la règle générale d'après laquelle les Bactéries se multiplient par division, persiste.

Il serait toutefois imprudent de nier complètement la possibilité du bourgeonnement dans le groupe des Bactéries. Plusieurs représentants de ce groupe, se trouvant dans des conditions défavorables, acquièrent souvent des formes insolites, bien modifiées, qui ont été désignées par Nägeli comme des formes d'*involution*. Elles prennent tantôt l'aspect de massues ou de corps fusiformes, tantôt celui de masses arrondies et bien d'autres encore (fig. 9). Dans cet état involutif quelques bactéries deviennent capables de produire des bourgeons véritables et de donner ainsi naissance à des formes ramifiées. Comme exemple nous pouvons citer le bacille tuberculeux qui, cultivé à des températures élevées, apparaît sous l'apparence de petits mycéliums avec des ramifications véritables, dues à un processus de bourgeonnement

(fig. 9, A). Ces formes, dites involutives, pourraient peut-être servir de trait d'union avec un petit groupe de plantes ramifiées, connues sous le nom

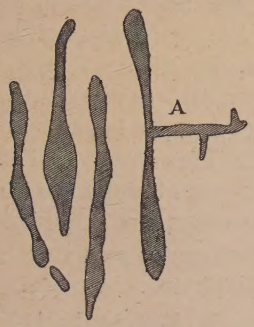


Fig. 9. — Formes d'involution.

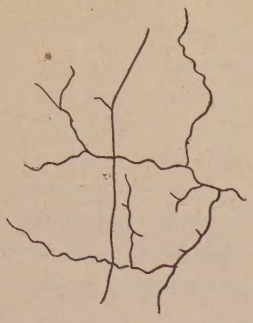


Fig. 10 — *Streptothrix*, d'après M. Gasperini.

de *Streptothrix* (fig. 10) et présentant une ressemblance parfois très grande avec des Bactéries véritables. Les représentants de ce genre ont été trouvés dans le canal lacrymal de l'homme ainsi que dans l'eau de rivière, dans l'eau de mer, dans l'atmosphère, etc.; ils peuvent être facilement rencontrés dans le courant des recherches bactériologiques et présentent encore un intérêt tout spécial par rapport au microbe de l'Actinomycose. Quoique ces formes de filaments non cloisonnés, mais véritablement ramifiés, soient encore fort peu connues, elles ont droit certainement à l'attention des observateurs. Comme on n'a pas encore découvert ni dans le groupe des Bactéries, ni dans celui des Cyanophycées de reproduction sexuelle, on serait tenté de supposer dans ces formes ramifiées un état précédant la formation d'organes sexuels. Je ne veux pas entrer ici dans des spéculations sur ce sujet, mais je crois avoir le droit d'attirer l'attention sur ces états ramifiés, parce qu'en tous cas ils présentent des formes bactériennes rappelant certains champignons.

Il y a donc, dans l'histoire naturelle des Bactéries, des faits qui ne concordent pas tout à fait avec la théorie qui en fait des Algues si voisines des Cyanophycées.

Je dois mentionner encore un autre point de dissemblance des deux groupes. Les Cyanophycées se reproduisent à l'aide de spores constituées simplement par des cellules renflées et munies d'une enveloppe protectrice, formant ainsi ce que l'on appelle des *arthrospores*. Chez les véritables Bactéries ce mode est le moins répandu et ce n'est que chez des coccus (*Leuronistæ*) et chez quelques spirilles (du choléra) qu'on a pu découvrir des arthrospores formées par des cellules entières (fig. 11). Chez la plupart des bactéries, dont on connaît l'état de spores ou de germes, ces éléments apparaissent sous forme d'*endospores*, c'est-à-dire de spores qui se produisent non à la suite d'une transformation totale d'une cellule entière, mais bien à la suite d'un acte de croissance aux dépens du contenu de la cellule. L'endospore apparaît d'abord comme un petit grain au milieu du contenu de la cellule; il s'y

Fig. 11. — Vibrion cholérique avec *arthospores*, d'après Hüppe.

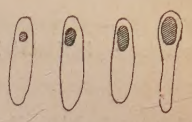


Fig. 12. — Formation d'*endospore* dans un bacille.

développe comme un parasite intercellulaire et finit par remplir toute ou presque toute la cellule (fig. 12). Ces endospores, qu'on n'a pas encore retrouvées d'une manière suffisante chez les coccus, mais qui sont répandues parmi les spirilles et surtout les bacilles, se munissent d'une enveloppe très solide qui permet de supporter les influences extérieures les plus défavorables, telles que la dessiccation, haute température, etc.

L'absense totale d'endospores parmi les Algues nous montre donc que l'analogie avec les Bactéries est loin d'être aussi complète qu'on aurait pu le prétendre d'abord. Il est vrai que, d'après les recherches de M. Klein, il existe chez les Bactéries un mode de formation des spores intermédiaire entre les arthro et les endospores, mode qu'il a pu observer chez plusieurs bacilles, où la jeune spore, se trouvant logée dans la cellule bactérienne, présente dès le début son volume définitif.

Les véritables endospores, très rares en général, se retrouvent encore parmi quelques *monades*, c'est-à-dire les Infusoires flagellés, qui sous plusieurs points de vue rappellent les Bactéries mobiles, ainsi que les zoospores d'Algues et de Champignons. On ne pourrait donc nier un certain lien de parenté des Bactéries avec les Infusoires flagellés.

L'endospore des Bactéries, transportée dans des conditions convenables, donne naissance à une jeune Bactérie qui apparaît d'abord sous forme d'un petit corps ovale. L'acte de la germination est précédé d'un gonflement de la spore, dont l'enveloppe éclate pour laisser sortir la cellule bactérienne. Les botanistes ont attribué une grande importance morphologique aux phénomènes de cette éclosion. Ils ont distingué les cas où l'enveloppe de la spore éclate à l'un des pôles (fig. 13), d'autres où elle éclate au milieu de la spore (fig. 14). L'examen de ce phénomène nous montre cependant que les deux modes se rencontrent dans une seule et même espèce, ce qui prouve que l'importance en a été beaucoup exagérée.

La cellule, d'abord ovale, s'allonge bientôt et la Bactérie nouveau-née ne tarde pas à se diviser de

Fig. 13. — Germination polaire de la Bactérie.

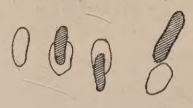


Fig. 14. — Éclosion transversale chez le *Bacillus subtilis*.

la façon habituelle et à donner la forme développée.

Nous voyons donc, en résumant les connaissances acquises sur la Morphologie des Bactéries, que ce groupe (qui est loin d'être encore suffisamment étudié), se rattache surtout aux Algues inférieures, telles que les Cyanophycées, présentant des formes analogues et une ressemblance dans le mode de production d'états gélatineux et de la reproduction par division. En même temps les Bactéries par leurs formes ramifiées se rattachent aux Champignons inférieurs, et par la production d'endospores touchent aux Infusoires flagellés.

Cependant comme le plus grand nombre des caractères rapproche les Bactéries des Algues, on doit les considérer comme un ordre particulier de cette classe de plantes thallophytes.

E. Metchnikoff,
Chef de service à l'Institut Pasteur.

LES DÉCHARGES ÉLECTRIQUES DANS LES GAZ RARÉFIÉS

ET LA CONSTITUTION DE LA MATIÈRE

(Suite et Fin).

Dans un précédent article [1] nous avons essayé de déterminer la répartition des molécules électrisées dans les gaz raréfiés. Continuant ces recherches, nous allons appliquer le même mode d'investigation à l'étude des propriétés de la matière radiante, de la phosphorescence dans les vides extrêmes et de la génèse des éléments.

I.—MATIÈRE RADIANTE ET MATIÈRE ÉLECTRODE-RADIANTE

Une des propriétés les plus caractéristiques de la matière radiante, propriété qui lui a donné son nom, est qu'elle se meut approximativement en ligne droite et dans des directions à peu près normales à la surface de l'électrode. Si nous faisons passer, d'une manière continue, le courant d'induction à travers le tube à vide, nous pouvons imaginer deux façons différentes dont se produira son action. Ou bien le nombre des molécules gazeuses qui se trouvent près du pôle négatif, diminuera graduellement, et alors le phénomène cessera au bout d'un certain temps; ou bien les molécules reviendront en arrière par un moyen quelconque. Je vais employer un tube qui met en évidence ce retour des molécules. Voici un tube (fig. 1) où la pression est de $0^{mm}001$. Au milieu est un mince diaphragme de verre C, percé de deux trous D et E. D'un côté du tube, est un pôle en forme de miroir concave ayant son foyer sur le premier trou D; derrière le trou D et en avant du trou E, se trouvent deux petits moulinets très mobiles, que le moindre courant de gaz à travers les trous peut mettre en mouvement.

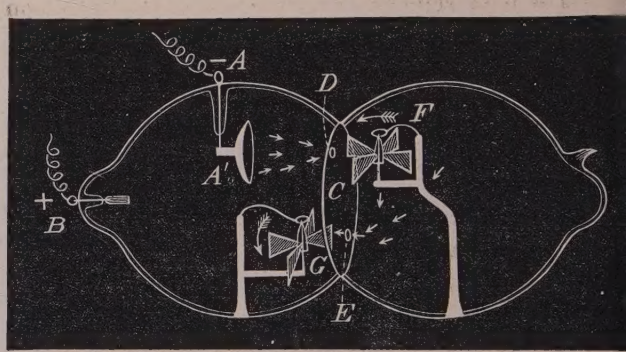


Fig. 1.

Lorsqu'on fait passer le courant en prenant le pôle concave comme pôle négatif, les deux moulinets entrent en rotation et montrent ainsi qu'un courant de molécules passe à travers le trou inférieur du diaphragme, en même temps qu'un courant de molécules fraîchement électrisées est lancé par le pôle négatif à travers le trou supérieur.

L'expérience parle d'elle-même et montre, aussi nettement qu'une expérience peut le faire, la vérité de la théorie. Cet aperçu de l'état ultra-gazeux de la matière est une simple hypothèse qui, dans l'état actuel de nos connaissances, peut être regardée comme une aide nécessaire à garder aussi longtemps qu'elle sera utile. Dans les recherches

[1] Voyez la *Revue* du 30 mars 1891 t. II, page 161.

expérimentales, les hypothèses premières doivent nécessairement être modifiées ou adaptées aux faits, ou même complètement abandonnées à mesure que les observations deviennent plus précises. Dumas a dit très justement que les hypothèses sont comme des béquilles, que nous jetons aussitôt que nous pouvons marcher sans leur soutien.

En résumant mes recherches sur la matière radiante et l'état des résidus gazeux fortement raréfiés soumis à un courant électrique, je dois répondre à certaines attaques contre les idées que j'ai émises. La plus importante de ces objections est contenue dans un volume de *Mémoires de physique* choisis et traduits de différentes sources sous la direction de la *Société de Physique* (Vol. I, 2e partie). Ce volume contient deux mémoires; l'un de Hittorf, sur la « conductibilité électrique des gaz »; l'autre de Puluj sur « la matière électrode radiante, et le soi-disant quatrième état ». Le mémoire du docteur Puluj me regarde plus particulièrement, et l'auteur y attaque énergiquement mes conclusions. L'espace dont je puis disposer ici ne me permet pas de discuter les différents points critiqués. Je tiens seulement à faire observer, en passant, que le docteur Puluj n'a nullement le droit de relier ma théorie du quatrième état de la matière à la théorie tout à fait transcendante de l'espace à quatre dimensions.

J'ai déjà répondu à propos de la supposition inexacte que l'on m'attribuait, d'assimiler la longueur de l'espace obscur qui se produit sous l'influence de l'étincelle d'induction, dans un gaz fortement raréfié, avec le libre parcours moyen des molécules du gaz, à son état naturel et à la même pression. Je pourrais citer de nombreux passages de mes écrits pour montrer que j'admets que le libre parcours moyen est modifié, et augmenté par l'électrisation [1].

Je suis appuyé, dans cette vue, par le Professeur Schuster, qui admet que le libre parcours moyen d'une molécule électrisée peut différer de celui d'une molécule à son état normal [1].

La grande divergence entre Puluj et moi tient à ce qu'il suppose que : *la matière qui remplit l'espace obscur est formée de particules détachées mécaniquement des électrodes, chargées d'électricité statique négative, et se déplaçant progressivement en ligne droite.*

A ces particules détachées mécaniquement des électrodes, « de dimensions différentes, souvent assez considérables », Puluj attribue tous ces phénomènes de chaleur, de force, de phosphorescence que, à plusieurs reprises, j'ai décrits dans mes publications.

Puluj s'oppose énergiquement à l'adoption de la dénomination de « matière radiante » et propose à sa place le terme mal choisi de « matière électrode radiante. » Je dis « mal choisi » parce que sa définition comme la mienne admet l'existence de la matière radiante, mais y accroche l'hypothèse que la matière radiante est la matière désagrégée des pôles. Puluj déclare que les phénomènes que j'ai décrits comme se produisant dans les gaz très raréfiés, sont produits par les fragments irrégulièrement taillés de « matière électrode radiante »; ma conviction est qu'ils sont dus à la « matière radiante » c'est-à-dire aux molécules résiduelles du gaz.

Si le sujet ne comportait pas de preuve expérimentale, je ne le soumettrais pas à mes lecteurs. Ce n'est pas ici l'occasion de discuter une controverse; aussi me contenterai-je de décrire quelques nouvelles expériences qui démontrent la vérité de mon hypothèse.

Permettez-moi d'abord d'en finir avec l'hypothèse de « l'Électrode Radiante ». Il est bien connu que quelques métaux, tels que l'argent, l'or, le platine se volatilisent, plus ou moins rapidement, dans un tube vide, quand on les emploie comme électrodes négatives, et couvrent d'un léger enduit les objets qui les entourent. C'est de ce fait que l'on a déduit la méthode bien connue pour préparer électriquement de petits miroirs. L'aluminium, cependant, semble exempt de cette volatilité. Pour

[1] La longueur de l'espace obscur qui entoure le pôle négatif mesure la longueur moyenne de l'espace que parcourent les molécules entre deux chocs successifs. Les molécules électrisées sont projetées par le pôle négatif avec une vitesse connue, qui varie avec la pression et l'intensité du courant d'induction. (*Philosophical Transactions*, 1879, page 530.)

La vitesse excessive des molécules qui rebondissent du pôle négatif leur permet de rejeter en arrière les molécules qui se meuvent plus lentement en s'avançant sur ce pôle. Le conflit se produit à la limite de l'espace obscur, où l'auréole lumineuse met en évidence l'énergie de la décharge. (*Philosophical Transactions*, 1879, page 507.)

Ici donc nous voyons l'étincelle d'induction illuminer les lignes de pression moléculaires produites quand on excite le pôle négatif. (Lecture faite à l'Institution Royale le 4 avril 1879.)

L'excitation électrique du pôle négatif fournit la « force majeure » qui change, entièrement ou partiellement en une action rectiligne une vibration irrégulière dans toutes les directions. (*Proceedings of Royal Society*, 1880, page 472.)

Il est aussi probable que la vitesse absolue des molécules est augmentée de façon à rendre la vitesse moyenne avec laquelle elles quittent le pôle négatif plus grande que la vitesse ordinaire des molécules gazeuses. (*Philosophical Transactions*, 1881, page 719.)

[1] On a émis l'idée que l'étendue de l'espace obscur représente le libre parcours moyen des molécules..... Il a été noté, d'autre part, que l'étendue de l'espace obscur est, en réalité, beaucoup plus grande que le libre parcours moyen calculé de la manière ordinaire. Mes mesures montrent qu'il est environ vingt fois plus grand. Cette remarque, cependant, ne constitue pas, en elle-même, une objection concluante : car, ainsi que nous l'avons vu, le libre parcours moyen d'union peut différer de celui d'une molécule en mouvement parmi d'autres molécules. (Schuster. *Proceedings of the Royal Society*; XLVII, pp. 566-7.)

cette raison, et d'autres encore, on l'emploie généralement à la fabrication des électrodes.

Si donc les phénomènes observés dans les gaz très raréfiés sont dus à la matière des électrodes, le métal le plus volatil doit donner les effets les plus intenses.

Voici un tube (fig. 2 P = $0^{mm}00068$) contenant

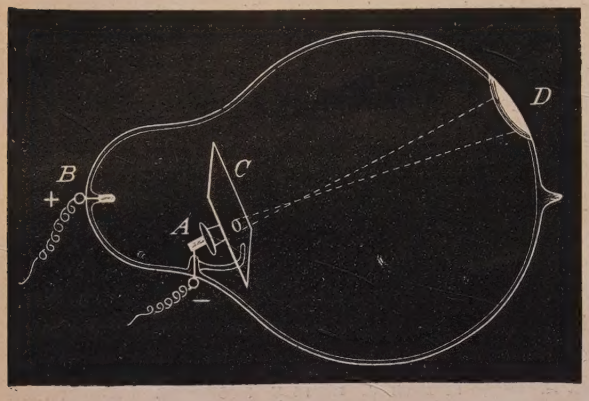


Fig. 2.

deux électrodes négatives AA′, disposées de façon à projeter deux taches lumineuses sur le verre phosphorescent qui forme le tube. L'une des électrodes, A′, est en argent pur, métal volatil, l'autre, A, est en aluminium, qui est, pratiquement, non volatil. On doit projeter du pôle d'argent une certaine quantité de « matière électrode », tandis qu'il n'en sortira pratiquement pas du pôle d'aluminium ; cependant, on constate que les deux lueurs phosphorescentes, C, C′, sont identiques. Si la « Matière Electrode Radiante » eût été l'agent actif, la phosphorescence la plus intense aurait dû émaner du pôle le plus volatil.

La figure 3 représente une autre disposition

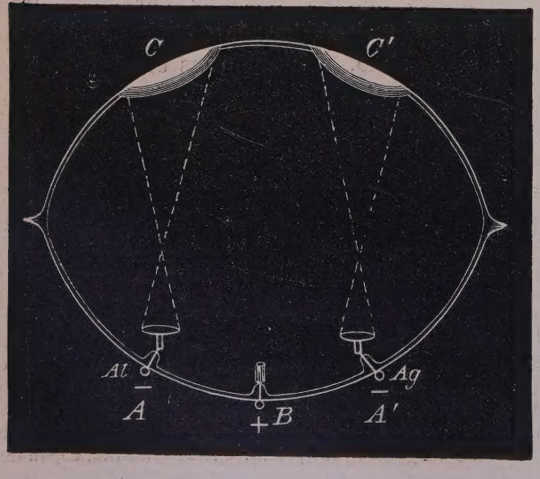


Fig. 3.

expérimentale ; un tube de verre allemand en forme de poire contient, près de sa plus petite extrémité, un pôle négatif A en argent pur, disposé de façon que son image renversée se projette sur l'extrémité opposée du tube. En face de ce pôle, se trouve un écran de mica, C, au centre duquel est percé un petit trou, de façon qu'un étroit pinceau de rayons partant du pôle d'argent, puisse seul passer et former à l'autre bout du tube une tache brillante D. Le vide est à peu près le même que dans le tube précédent, et le courant a été maintenu dans le tube pendant assez longtemps pour enlever une certaine quantité d'argent de l'électrode ; on trouve en effet que l'argent s'est déposé dans le voisinage immédiat du pôle, tandis que la portion C, du tube, qui est restée continuellement phosphorescente, est pratiquement dépourvue de métal.

L'expérience est longue à répéter, et je me contenterai d'en montrer les résultats.

L'identité d'action de l'argent et de l'aluminium dans le premier cas, et la non-projection de l'argent dans ce deuxième exemple, sont des faits suffisants pour condamner l'hypothèse du docteur Puluj, puisqu'ils prouvent que la phosphorescence est indépendante de la matière de l'électrode négative. Nous allons employer une série de tubes (figures 4 à 10) qui, à mon avis, résolvent, la question de façon à ne plus laisser aucun doute. Ces tubes ne contiennent pas d'électrodes intérieures, au milieu des molécules gazeuses résiduelles ; ils vont me servir à répéter les principales expériences sur la matière radiante, sans pôle métallique intérieur.

Dans tous ces tubes les électrodes, qui sont en argent, sont à l'extérieur, le courant agissant à travers le verre. Le premier tube contient le gaz assez peu raréfié, à l'état qui donne les stratifications. C'est un simple cylindre de verre, sur les extrémités duquel on a déposé une couche d'argent, et où l'on a abaissé la pression jusqu'à $0^{mm}002$. L'apparence du tube est représentée dans la figure 4. Je fais passer le courant, et l'on voit que les stratifications, quoique faibles, sont parfaitement formées.

Le tube suivant (fig. 5), montre l'espace obscur. C'est comme l'autre un cylindre de verre, avec une portion centrale rentrée, formant une sorte de gousset, et divisant le tube en deux compartiments. Cette poche, argentée sur la partie extérieure, forme un diaphragme de verre creux, qui peut être électrisé et former un pôle négatif. Les deux extrémités du tube, également argentées à l'extérieur, forment les pôles positifs, B′,B. Je fais passer le courant, et l'espace obscur devient distinctement visible. La pression est ici de $0^{mm}076$.

L'état suivant, correspondant à une matière plus

raréfiée, est celui de la phosphorescence. Voici (fig. 6) un ballon ovoïde, contenant de l'yttria pure et quelques rubis bruts. L'électrode positive B est sous la portion du tube qui renferme les matières phosphorescentes. L'électrode négative A est à la partie supérieure du tube. Cette expérience montre le développement de phosphorescence des rubis et de l'yttria, sous le bombardement moléculaire que l'on obtient avec une pression intérieure de $0^{mm}00068$.

Fig. 4.

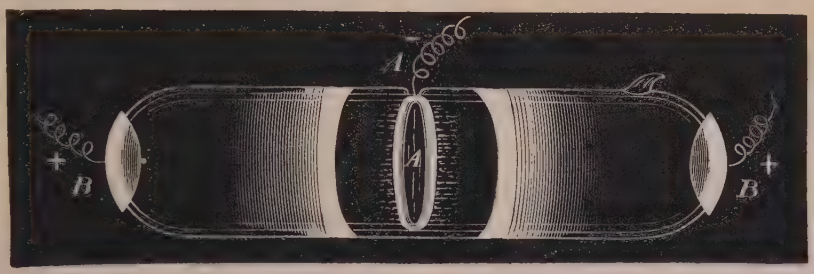


Fig. 5.

L'ombre d'un objet contenu dans un ballon, peut aussi être projetée sur la paroi opposée au moyen de pôles extérieurs. Une croix de mica est soutenue au milieu du ballon (fig. 7), et si l'on réunit le pôle négatif à une petite tache d'argent A sur une paroi du ballon, en prenant comme pôle positif une autre plaque B, la paroi du ballon s'illumine d'une lueur phosphorescente, sur laquelle se découpe nettement l'ombre de la croix de mica. La pression intérieure est ici de $0^{mm}00068$.

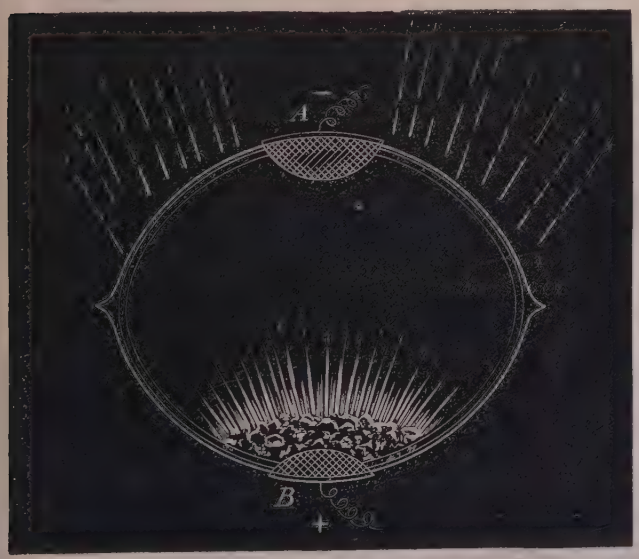


Fig. 6.

Passant aux phénomènes suivants, nous allons montrer la production de phénomènes mécaniques dans un tube ne contenant pas de pôle intérieur. Il est représenté dans la figure 8 ($P = 0^{mm}001$). Il contient une petite roue en aluminium, portant des ailes de mica transparent, les pôles A et B étant dans une position telle que le foyer moléculaire tombe sur les ailes, et d'un côté seulement. Le ballon est placé dans la lanterne et son image projetée sur l'écran; on voit le moulinet tourner rapidement, changeant de sens quand on renverse le courant.

Voici un appareil (fig. 9) qui montre que les molécules gazeuses résiduelles, concentrées en un foyer, y produisent de la chaleur. Il consiste en un tube de verre, avec un ballon soufflé à une extrémité, et contenant un petit

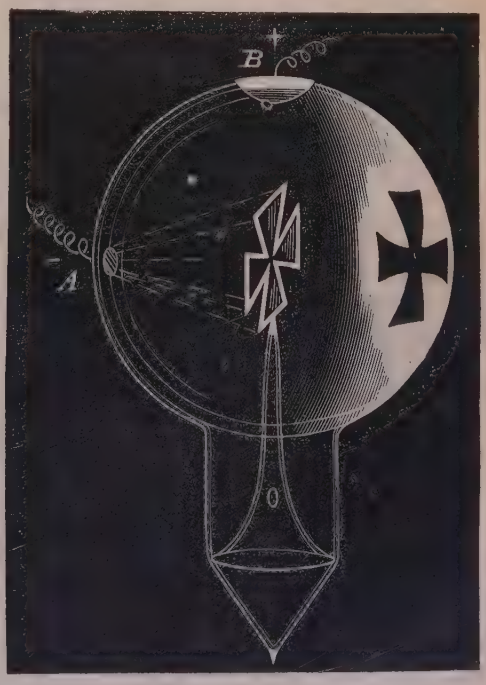


Fig. 7.

paquet de charbon de laine C, fixé en son centre. Le vide a été poussé à 0^{mm} 000076. L'électrode

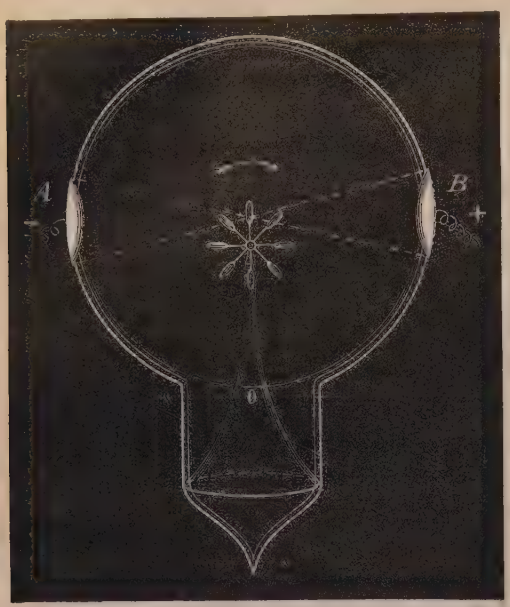


Fig. 8.

négative a été formée en revêtant d'argent la partie extérieure du ballon, et se trouve dans une position telle que son foyer se forme sur le mor-

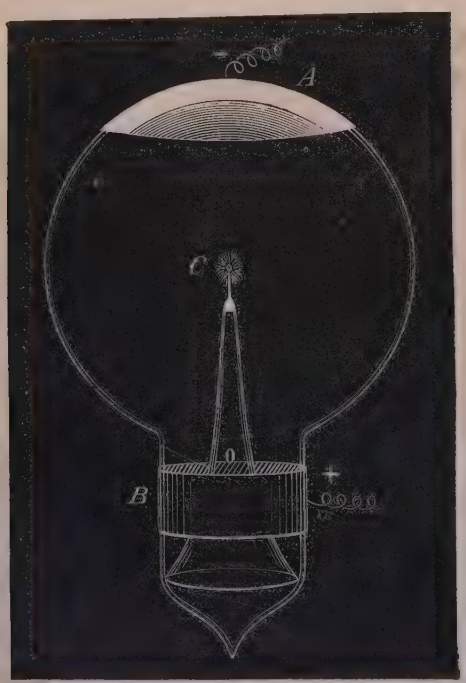


Fig. 9.

ceau de charbon. L'électrode positive est un autre dépôt d'argent, à l'extrémité du tube. Je fais passer le courant, et en regardant d'assez près on peut voir les étincelles brillantes du charbon, porté à l'incandescence par le courant moléculaire.

Les anciens effets de la « matière radiante » peuvent donc être obtenus dans des tubes ne contenant pas d'électrode métallique susceptible de se volatiliser. On pourrait dire que les parois des tubes, en contact avec les électrodes, deviennent elles-mêmes, dans ce cas, des électrodes, et que des particules du verre lui-même peuvent en être arrachées, et projetées de façon à produire les effets observés. C'est là un argument sérieux, qui peut heureusement être soumis à l'expérience. Dans le tube que voici (fig. 10. $P = 0^{mm}$ 00068), le ballon est fait avec du cristal donnant sous le bombardement moléculaire une phosphorescence bleue. A l'intérieur du tube, de

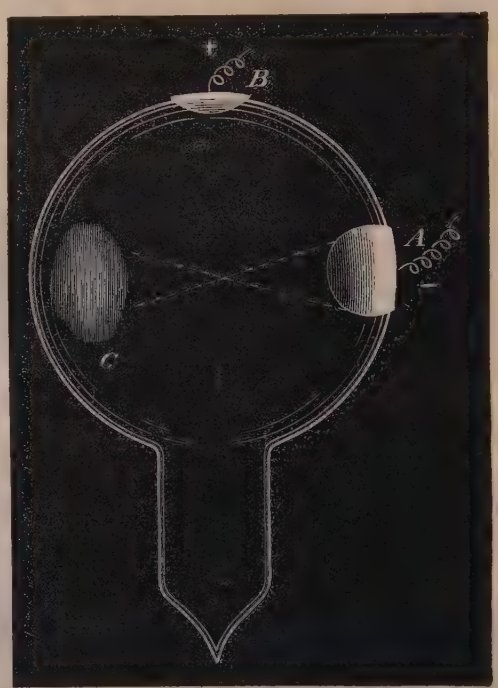


Fig. 10.

façon à couvrir complètement la partie qui forme le pôle négatif A, j'ai déposé une couche compacte d'yttria, de façon à interposer une certaine épaisseur de cette terre entre le verre et l'intérieur du tube. Les pôles négatif A, et positif, B, sont deux disques d'argent placés à l'extérieur du tube. Si des particules sont arrachées et projetées sur le tube pour produire la phosphorescence, ces particules ne seront pas du verre, mais de l'yttria, et la tache de lumière phosphorescente, C, présentera, non pas la couleur bleue que donne le cristal, mais la teinte jaune d'or de l'yttria. On remarque qu'il n'y en a pas trace ; le verre présente sa phosphorescence bleue habituelle, et il n'y a pas d'indication que la moindre particule d'yttria soit projetée.

En présence de ces expériences, on comprendra,

je pense, que je continue d'admettre ma théorie originale, d'après laquelle ces phénomènes sont dus à la matière radiante des molécules gazeuses résiduelles, et certainement pas aux particules arrachées à l'électrode négative.

II. — PHOSPHORESCENCE DANS LES VIDES EXTRÊMES

J'ai déjà fait remarquer que les mouvements moléculaires qui sont rendus visibles dans un tube vide, ne sont pas les mouvements des molécules dans les conditions ordinaires. mais sont composés à la fois de ces mouvements ordinaires ou cinétiques et du mouvement dû à l'impulsion électrique.

L'expérience montre que dans de tels tubes, quelques molécules peuvent parcourir plus de mille fois le libre parcours *moyen*, avec des vitesses augmentant d'une façon correspondante, jusqu'à ce qu'elles soient arrêtées par des chocs. En fait, le libre parcours peut varier dans un même tube, et même pour un degré donné de raréfaction.

Beaucoup de corps, tels que le rubis, le diamant, l'émeraude, l'alumine, l'yttria, beaucoup de sulfures et d'oxydes terreux deviennent phosphorescents dans le vide, quand ils sont placés dans le courant des molécules électrisées, qui partent du pôle négatif. La composition du résidu gazeux n'affecte pas la phosphorescence. Ainsi, l'yttria devient également phosphorescente dans le résidu obtenu par la raréfaction de l'air atmosphérique, de l'oxygène, de l'azote, de l'anhydride carbonique, de l'hydrogène, de l'iode, du soufre et du mercure.

Quand on place l'yttria dans un tube vide, le point où la phosphorescence est maximum se trouve à la limite de l'espace obscur. Le diagramme de la figure 11 représente approximativement la variation de la phosphorescence dans les différentes parties du tube, à une pression intérieure de $0^{mm},25$. Sur la figure, on voit les pôles négatif et positif, A et B, le premier étant entouré par l'espace obscur que limite la ligne pointillée C. La courbe DEF montre les intensités relatives de la phosphorescence à différentes distances du pôle négatif, et sa position, à l'intérieur de l'espace obscur, dans laquelle la phosphorescence ne se produit pas. Les ordonnées de la courbe représentent le degré de phosphorescence ; les effets les plus décisifs sont obtenus en employant des tubes assez larges pour que les parois soient extérieures à l'espace obscur, tandis que la matière soumise à l'expérience se trouve précisément à la limite de cet espace obscur.

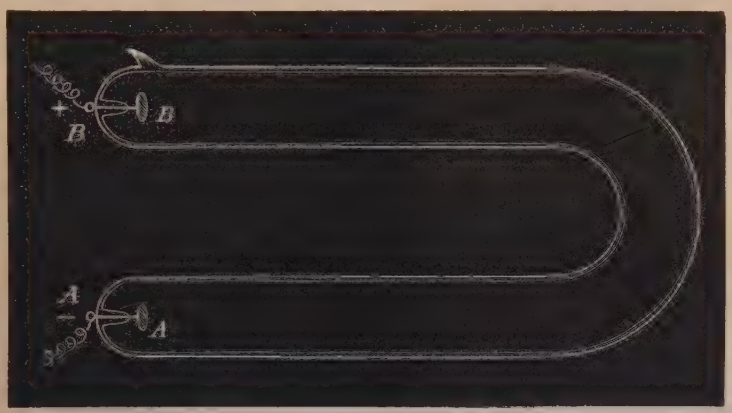


Fig. 11.

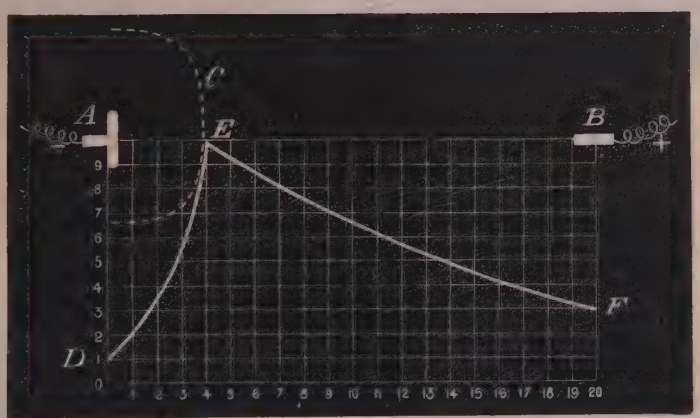


Fig. 12.

Jusqu'ici, j'ai parlé seulement de la phosphorescence de substances placées au-dessous du pôle négatif. Mais de nombreuses expériences m'ont montré que la phosphorescence peut se produire au contact même du pôle négatif.

Ceci est seulement un phénomène temporaire, et cesse aussitôt que la raréfaction est poussée à un degré très élevé. L'expérience est assez difficile à réaliser; je me bornerai à la décrire sommairement.

Un tube en U, représenté dans la figure 12, possède un pôle d'aluminium, aplati en forme de disque à chaque extrémité ; ces deux pôles sont recouverts d'une couche d'yttria. Lorsque la pression intérieure approche de $0^{mm},5$, la surface du pôle négatif A devient faiblement phosphorescente. Lorsque l'on continue à faire le vide, cette lueur diminue de plus en plus, non seulement en intensité, mais aussi en étendue, se contractant à

partir du bord du disque, jusqu'à ce qu'elle se réduise à un point brillant situé au centre. Ce fait vient contredire une théorie récente, d'après laquelle, à mesure que la raréfaction augmente, la décharge abandonne le centre du pôle, et ne se fait plus qu'entre les bords et les parois du tube.

Si on pousse plus loin la raréfaction, au moment où la surface du pôle négatif cesse d'être lumineuse, le pôle positif commence à devenir phosphorescent; l'intensité de cette lumière augmente ensuite continuellement jusqu'à ce que le courant ne puisse plus passer dans le tube, le plus grand éclat se produisant précisément à ce degré de raréfaction. L'explication la plus probable de ce phénomène est que les molécules errantes, que j'ai considérées dans l'expérience précédente, venant à pénétrer dans la sphère d'activité du pôle positif, se précipitent violemment sur lui, et produisent la phosphorescence de l'yttria, en même temps qu'elles perdent leur charge négative.

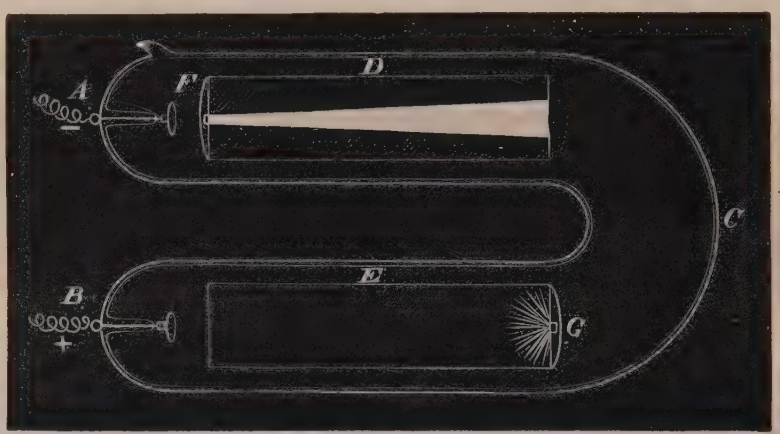


Fig. 13.

Je ne puis insister sur les nombreuses expériences qui rendent très clair ce résultat, et je vais employer, tout de suite, un appareil qui met nettement en évidence la cause de la phosphorescence au pôle positif. Un dessin de ce tube est représenté figure 13; laissez-moi expliquer l'effet que j'en veux obtenir et que donne aussi l'expérience.

ACB est un tube en U portant à ses extrémités des pôles AB; D et E sont deux écrans de mica recouverts d'une poudre phosphorescente; en F et G sont deux autres écrans, percés de petites ouvertures, de façon à ne laisser passer qu'un étroit pinceau de molécules électrisées. La pression intérieure est réduite, tout d'abord, à $0^{mm},076$ et vous voyez sur l'écran D une trace lumineuse peu divergente, tandis qu'aucune phosphorescence n'apparaît sur l'écran E. Je pousse maintenant le vide jusqu'à le rendre non conducteur ($P = 0^{mm},000076$) et le phénomène change.

La ligne lumineuse que nous obtenions tout à l'heure sur D devient plus large et s'affaiblit, tandis qu'auprès de l'ouverture A, une phosphorescence très nette se manifeste sur l'écran E. Cette lueur diverge d'une façon considérable, beaucoup plus que ne le faisait le courant de molécules électrisées observé dans la première portion du tube, lorsque la raréfaction était moindre.

On pouvait s'attendre à obtenir ce résultat, car les quelques molécules qui sont parvenues à l'extrémité du tube, ne sont pas maintenues littéralement et se déplacent d'une façon différente de celle que l'on observe à de moindres raréfactions.

III. — LA RÉSISTANCE DES VIDES EXTRÊMES.

Je ne veux qu'effleurer ce phénomène aujourd'hui. C'est un sujet de beaucoup d'intérêt, et auquel j'ai récemment consacré beaucoup de temps. J'espère publier prochainement un compte rendu détaillé des résultats obtenus.

Le passage d'un courant d'induction à travers un tube fortement raréfié dépend de la matière qui constitue le tube et de la substance qui y est enfermée. Pour une même raréfaction et une même distance entre les pôles, la force électro-motrice nécessaire pour faire passer le courant, peut varier de 3.000 à 20.000 volts suivant les matériaux dont on s'est servi. Voici un exemple frappant qui servira à montrer ce phénomène. La figure 14 représente deux tubes

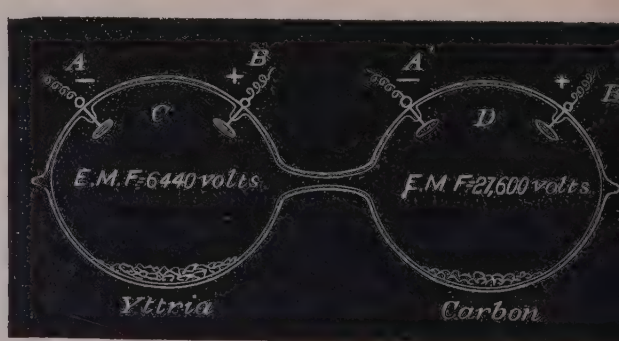


Fig. 14.

réunis par un canal étroit et, par suite, exactement au même degré de raréfaction ($P = 0^{mm},02$). Chaque tube contient une paire de pôles AB, A'B'. L'un des tubes contient de l'yttria phosphorescente, l'autre du carbone finement divisé. Je réunis d'abord le tube à yttria à la bobine d'induction, en interpo-

sant une jauge à étincelles. On donne tout d'abord, à cette jauge, un écartement de 1^{mm}. La force électro-motrice nécessaire pour vaincre la résistance de 1^{mm} d'air est de 920 volts. La différence de potentiel aux pôles du tube à yttria est donc de 920 volts. On voit qu'elle n'est pas suffisante pour faire passer le courant à travers le tube. J'augmente graduellement l'écartement de la jauge, jusqu'à ce que la différence de potentiel des pôles soit assez considérable pour faire passer l'étincelle à travers le tube, et rendre ainsi l'yttria phosphorescente.

Je trouve ainsi une distance de 7^{mm}, correspondant à une force électro-motrice de 6.440 volts. J'attache maintenant les fils venant de la bobine sur le tube D qui contient le carbone, et laissant à la pression la même valeur que précédemment, je répète l'expérience. On remarque maintenant que l'on a dû aller jusqu'à un écartement de 30^{mm}, correspondant à une force électro-motrice de 27.600 volts. Le fait de mettre dans le tube soit de l'yttria, soit du carbone, produit une différence de 21.160 volts sur la force électro-motrice nécessaire pour faire passer la décharge entre les pôles.

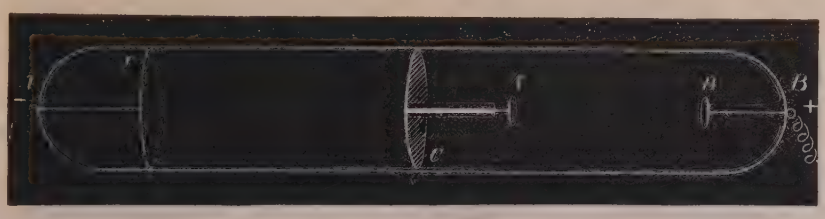


Fig. 15.

Une autre expérience donne encore une démonstration plus nette de ce phénomène. L'idée que la variation des matériaux et par suite de la conductibilité des différents tubes que je vous ai montrés, peut modifier les résultats observés, se présente d'elle-même. Voici (fig. 15) un long tube cylindrique, en verre de Bohême phosphorescent, contenant deux pôles A et B. Il contient aussi un court cylindre de verre CC, argenté intérieurement. La pression intérieure est de $0^{mm},00068$. Le cylindre argenté est maintenant à l'extrémité du tube, en dehors de l'espace qui sépare les pôles ; ceux-ci sont donc entourés de verre phosphorescent. Je mets la bobine en marche, et je constate que la force électro-motrice nécessaire à faire passer le courant, maintenant que les pôles sont dans une chambre phosphorescente, est de 1380 volts. Je fais glisser le cylindre à l'autre bout du tube, de façon qu'il enferme ces pôles dans une chambre d'argent métallique, et l'on voit que la force électro-motrice nécessaire pour faire passer le courant s'élève à 6.440 volts. L'argent métallique ne devient pas phosphorescent, tandis que le verre de Bohême le devient très nettement. Il semble que plus grand est le pouvoir phosphorescent de la substance qui entoure les pôles et plus facilement peut passer l'étincelle. Si l'on entoure les pôles avec du verre de Bohême ou de l'Yttria, deux corps phosphorescents non-conducteurs, l'étincelle passe facilement. Aussitôt que j'entoure ces pôles avec une substance non phosphorescente, l'étincelle refuse de passer.

IV. — QUELLE EST LA CAUSE DE LA PHOSPHORESCENCE?

Je voudrais intéresser mes lecteurs à une question qui me préoccupe depuis fort longtemps ; c'est de savoir ce qui cause la phosphorescence de l'yttria et des autres corps dans le vide, sous le bombardement moléculaire.

J'ai trouvé que cette phosphorescence était un attribut des corps non-conducteurs seulement. Nous savons que, lors de la phosphorescence, les molécules de l'yttria sont dans un état de vibration intense. Chaque molécule peut être considérée comme le centre d'où rayonne tout un faisceau de rayons qui, lorsqu'on le décompose par le prisme, s'étale en un spectre discontinu. Nous pouvons supposer aussi que les atomes résiduels de gaz chargés d'électricité négative, abandonnent leur électricité en venant choquer un corps phosphorescent, et retournent ensuite prendre une nouvelle charge.

L'hypothèse du passage de l'électricité, à travers les gaz raréfiés, par voie électrolytique, présente un certain caractère d'évidence. Elle a été émise par le professeur Schuster devant la Société royale, le 20 mai 1890 [1].

Une molécule de gaz hydrogène, par exemple, peut être considérée comme formée d'un groupe d'atomes, chargé d'une certaine quantité d'électricité négative, et d'un autre groupe d'atomes, chargé d'une quantité équivalente d'électricité positive.

Ces atomes peuvent, en outre, être chargés de quantités *additionnelles* d'électricité positive ou négative, qu'ils transportent comme un navire transporte son chargement. Nous n'avons pas à nous occuper de la charge inhérente aux atomes, sur laquelle nous ne savons rien, mais de la charge supplémentaire.

Imaginons une molécule d'hydrogène, placée dans un tube à vide, auprès du pôle négatif. Si l'on fait passer le courant, les atomes de la molécule

[1] *Proceedings of Royal Society*, XLVII, 526.

d'hydrogène sont entraînés séparément. L'atome positif est attiré vers le pôle négatif, où la violence de son arrivée, où la décharge de l'électricité le rend apparent avec production de lumière.

L'espace lumineux intérieur, qui est directement au contact du pôle négatif, est donc produit par les atomes positifs se précipitant sur le pôle négatif, et non pas, comme la lueur qui entoure l'espace obscur, par les atomes négatifs émanant de ce pôle. L'atome négatif, d'autre part, est projeté violemment loin du pôle négatif, en vertu de la répulsion qui se produit entre deux corps, semblablement électrisés, avec une vitesse qui dépend de l'intensité de l'électrisation et du degré de raréfaction. Plus le vide sera parfait, plus sera grande la vitesse, les atomes s'élançant en ligne droite, jusqu'à ce qu'ils rencontrent un obstacle. Cet obstacle peut être une série d'atomes chargés positivement venant du pôle positif.

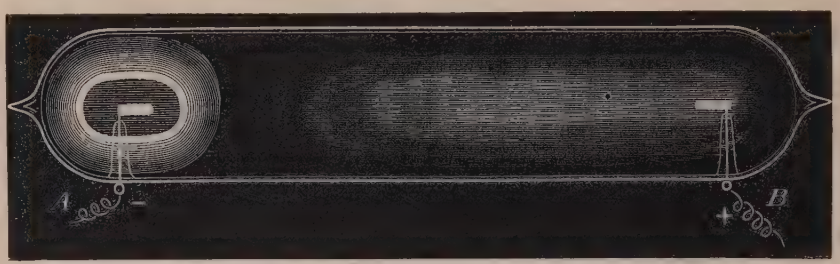


Fig. 16.

Dans ce cas, les deux sortes d'atomes neutralisent mutuellement leurs charges avec production de lumière. Ce phénomène se produit à la limite de l'espace obscur, quand le vide est seulement modéré. L'obstacle peut provenir de ce que le vide est poussé trop loin pour que les atomes de gaz restants puissent former une procession continue. On ne conçoit pas exactement pourquoi les vides extrêmes ne sont pas conducteurs; mais le fait en lui-même est hors de doute. Il est probablement relié à l'impossibilité qu'éprouvent les atomes électrisés de quitter les pôles. Enfin, l'obstacle peut être un corps phosphorescent comme l'yttria. Dans ce cas les atomes chargés négativement abandonnent leur charge à l'yttria, qui est constituée de telle sorte (peut-être à la manière d'un résonnateur de Hertz) que la charge et la décharge des atomes, s'effectuant 550 billions de fois par seconde, et produisant dans l'éther des ondulations d'une longueur sensiblement égale à 574 dix millionnièmes de millimètres, donne à l'œil l'impression de la lumière jaune citron.

Nous ne sommes pas obligés de supposer que ce nombre d'atomes d'hydrogène vient frapper l'yttria dans chaque seconde, quoique même aux vides extrêmes, il y ait bien assez d'atomes dans le ballon pour fournir cette quantité. Il faut seulement qu'une succession de chocs, qui ne sont pas nécessairement rythmiques, vienne frapper l'yttria assez rapidement pour la faire entrer en vibrations, de même qu'une série de coups frappés lentement sur un gong, lui fait émettre des ondes sonores d'une fréquence beaucoup plus grande.

A une faible raréfaction, il n'y a que peu d'atomes qui puissent se frayer un passage à travers la foule des atomes, les quelques-uns qui arrivent jusqu'à l'yttria ont alors une vitesse très réduite, et la phosphorescence qu'ils produisent est tellement faible, qu'elle est complètement éclipsée par la phosphorescence brillante du résidu gazeux. Quand le vide est poussé davantage, le nombre des atomes qui peuvent passer outre devient de plus en plus grand, et leur vitesse augmentant en même temps, la phosphorescence augmente graduellement d'intensité.

Quand le vide est suffisant, la plupart des atomes vient frapper l'yttria, leur vitesse est considérable, et l'excitation rythmique atteint son maximum.

V. — L'ESPACE OBSCUR DANS LA VAPEUR DE MERCURE

Pour exposer l'hypothèse de l'électrolyse, j'ai pris comme exemple le résidu gazeux de l'hydrogène, qui est, comme on sait, un gaz diatomique. J'ai observé, cependant, le phénomène de l'espace obscur, etc., dans la vapeur de mercure qui est un gaz monoatomique. Cet important résultat m'a conduit à étudier soigneusement ce sujet, et voici le résultat d'une des expériences effectuées (fig. 16). Le tube contient des pôles d'aluminium, et il est disposé de façon qu'on puisse faire passer l'étincelle d'induction, en même temps que l'on fait le vide, pour éliminer les gaz inclus. Quand la raréfaction a été poussée aussi loin qu'il est possible, on remplit le tube de mercure pur, par simple élévation du réservoir. On chauffe le tube et l'on fait bouillir le mercure tout en faisant le vide. Quand tout le mercure a distillé dans le vide, sauf une petite quantité qui s'est condensée à la partie supérieure du tube, le passage de l'étincelle d'induction donne les résultats suivants : si le tube est froid, le courant d'induction ne passe pas; si l'on chauffe doucement avec un brûleur à gaz, le courant passe, et l'on peut apercevoir distinctement l'espace obscur. Si l'on continue à chauffer, de façon à volatiliser les gouttes de mercure qui sont adhérentes aux parois, le tube se remplit

complètement d'une lueur phosphorescente verte, l'espace obscur devient de plus en plus petit, et finalement le pôle négatif se recouvre d'une brillante lumière. Pendant le refroidissement, les mêmes phénomènes se reproduisent en sens inverse. Le halo lumineux s'élargit laissant voir l'espace obscur entre le pôle et lui, et cet espace obscur devient graduellement plus grand à mesure que le tube devient plus froid. Le mercure se condense de nouveau sur les parois du tube, la phosphorescence verte paraît de plus en plus pâle, jusqu'à ce qu'enfin l'étincelle d'induction fournie par la bobine refuse de passer.

A première vue, ce résultat semble fatal pour la théorie de l'électrolyse, car si la molécule de mercure contient un seul atome, comment le courant électrique peut-il la séparer en atomes positifs et négatifs. Il ne faut pas oublier, cependant, que nous ignorons totalement la masse de l'atome d'un élément. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que la molécule de l'hydrogène libre est partagée en deux lorsque ce gaz se combine chimiquement avec d'autres éléments, tandis qu'une molécule de mercure libre ne se divise pas en formant l'un quelconque des composés connus du mercure. Les atomes physiques du premier se présentent en deux groupes séparés, ceux du second en un seul groupe. Il a été convenu par les chimistes, pour simplifier et faciliter les calculs, de prendre l'unité la plus faible qui permît d'éviter les nombres fractionnaires. Nous disons donc que dans la molécule de l'hydrogène libre les atomes agissent chimiquement comme deux groupes séparés, le poids relatif minimum de chacun d'eux étant égal à 1, tandis que les atomes de la molécule de mercure libre agissent comme un groupe unique dont le poids relatif minimum est de 200. Mais à quel nombre d'atomes, les poids 1 et 200 correspondent-t-ils respectivement, c'est ce que le chimiste ne peut pas dire.

VI. — GENÈSE DES ÉLÉMENTS

Il est reconnu aujourd'hui qu'il existe plusieurs rangées dans la hiérarchie et qu'entre les groupes bien définis des éléments chimiques, viennent se placer un certain nombre de sous-groupes. A ces sous-groupes, on a donné le nom de *méta-éléments*. La genèse originelle des éléments suppose l'action de deux formes d'énergie, agissant dans le temps et dans l'espace, l'une variant uniformément, en raison de l'abaissement continuel de la température, l'autre, ayant des cycles périodiques d'augmentation et de diminution, et intimement liée à l'énergie électrique (fig. 17). Le centre de cette force créatrice projeta dans son travail à travers l'espace des germes ou sous-atomes qui s'agglomérèrent finalement dans les groupes que nous connaissons comme éléments chimiques. A cette période génésique, les particules nouvellement produites oscillant dans toutes les directions et avec toutes les vitesses, les plus rapides atteignant les traînardes, les plus lentes arrêtant les autres, il a dû se former des groupes dans certaines parties de l'espace. Les particules de chaque groupe, dont la forme d'énergie produisant le poids atomique n'était pas d'accord avec la valeur moyenne de la masse des particules de ce groupe, sont reparties à la recherche d'autres groupes avec lesquels elles seraient mieux en harmonie. A la longue s'est établi un équilibre stable, et nous avons notre série actuelle d'éléments chimiques à poids atomiques définis, définis comme poids moyen d'un nombre énorme de sous-atomes ou méta-éléments, tous très voisins de la moyenne. Le poids atomique du mercure, par exemple, est pris égal à 200, mais l'atome du mercure, tel que nous le connaissons, doit être regardé comme formé d'un nombre énorme de sous-atomes, le poids de chacun d'eux variant très peu, de part et d'autre, du nombre 200.

Nous nous sommes souvent demandé pourquoi, si les éléments ont été ainsi formés, nous n'avons jamais vu l'un d'eux transformé, ou être en voie de se transformer en un autre. C'est là une question aussi futile que de demander pourquoi, dans le monde organique, on n'a jamais vu un cheval métamorphosé en vache. Avant que le cuivre, par exemple, puisse être changé en or, il faudrait qu'il fût ramené à un état plus simple et plus primitif de la matière et alors, pour ainsi dire, lancé sur le chemin qui conduit à l'or.

Le schéma atomique (fig. 17) suppose un mouvement alternatif d'une forme de l'énergie, réglant l'état électrique de l'atome. On a trouvé que les éléments formés quand elle approche de la position centrale sont électro-positifs, et que ceux qui ont pris naissance pendant le mouvement d'éloignement sont électro-négatifs. En plus le degré de positivité ou de négativité dépend de la distance de l'élément à la ligne centrale ; par suite, en supposant l'atome dans la position moyenne électriquement neutre, les sous-atomes qui sont d'un côté de la moyenne seront chargés d'électricité positive, ceux qui sont de l'autre côté, d'électricité négative, l'atome total étant neutre.

Ceci n'est pas une simple hypothèse et peut prendre le rang d'une théorie. La vérification expérimentale a été poussée aussi loin qu'on peut le faire, pour déchiffrer une telle énigme. Des recherches de laboratoire, longuement poursuivies, ont montré que dans la matière qui répond à l'état d'élément défini, on peut trouver des traces différentes qui conduisent à admettre la résolution en méta-éléments ayant exactement les propriétés

requises par la théorie. L'yttria, qui nous a été si utile dans les recherches électriques pour montrer les atomes électrisés négativement, ne présente pas moins d'intérêt au point de vue de la chimie, car c'est le premier corps au moyen duquel on a pu démontrer l'existence de ces sous-groupes ou méta-éléments.

J'admets franchement que je n'ai nullement épuisé le sujet qui me préoccupe jour et nuit. J'ai ardemment recherché des faits sur lesquels il me fût possible de baser ma théorie. Je me suis trouvé aux prises avec des problèmes dont il faut achever la conquête avant d'arriver à des conclusions exactes, conclusions qui, autant qu'on peut connaître la nature inorganique, ne seront obtenues que par l'harmonieuse fusion de nos deux sciences jumelles, la chimie et l'électricité. J'ai essayé de pressentir dans quel sens cette fusion se fera, et d'indiquer la part considérable, peut-être prépondérante, que l'électricité doit prendre dans ces recherches de haute physique.

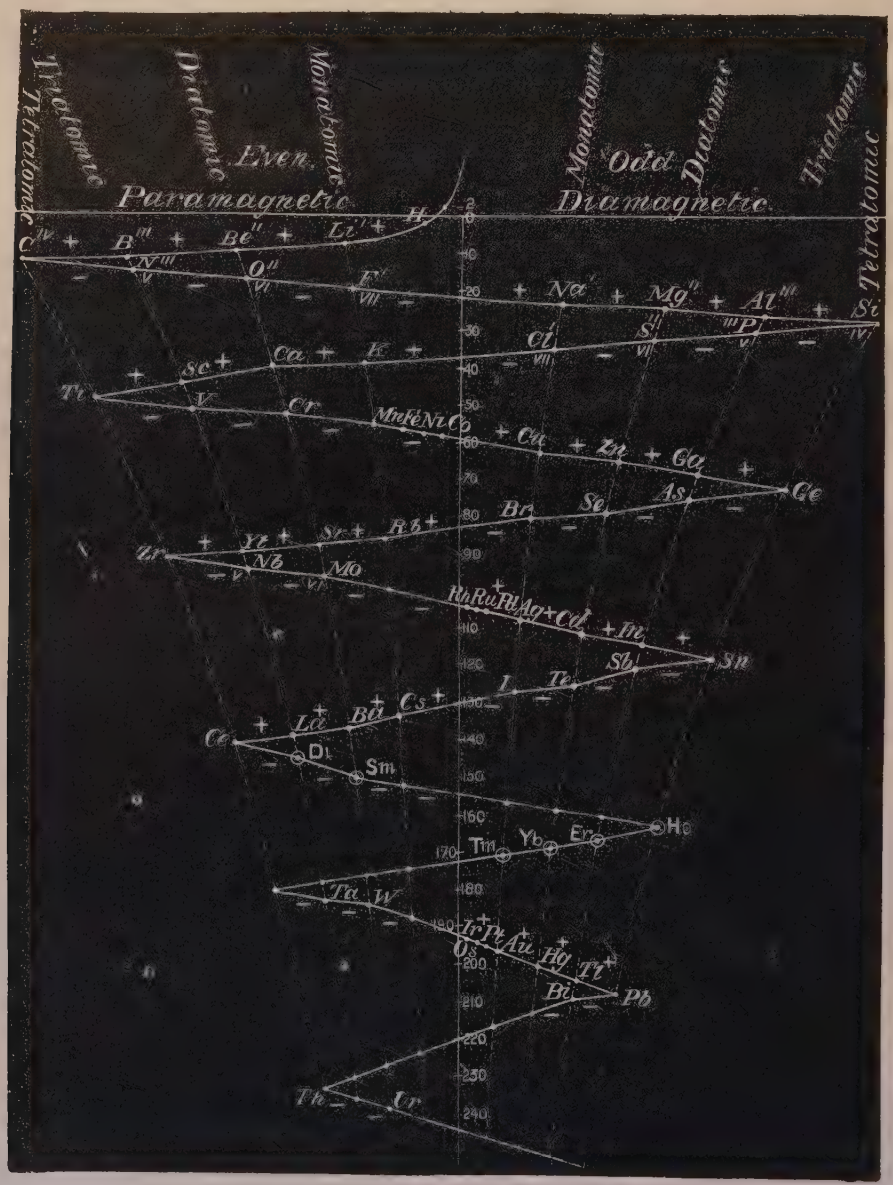


Fig. 17.

jumelles, la chimie et l'électricité. J'ai essayé de pressentir dans quel sens cette fusion se fera, et d'indiquer la part considérable, peut-être prépondérante, que l'électricité doit prendre dans ces recherches de haute physique.

William Crookes,
de la Société royale de Londres.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

G. F. Matthews, B. A. *Late scholar of st. Peter's College, Cambridge.* — **Manual of logarithms, treated in correction with arithmetic, algebra, plane trigonometry, and mensuration, for the use of students preparing for army and other examinations.** *Un volume de 126 pages (6 fr. 25). Macmillan and C° London. Bedford Street, 29, Covent Garden and New-York, 1890.*

Ce manuel est un recueil de nombreuses questions relatives aux logarithmes et à leurs applications; il contient plus de treize cents problèmes, tirés, pour la plupart, des examens d'entrée à Sandhurst, Woolwich et au collège de Staff. Admirablement imprimé, d'une clarté parfaite, composé d'exemples bien choisis et élégamment disposés, il est de nature à rendre service aux élèves qui veulent se familiariser avec les calculs de logarithmes.

L. O.

Sinigaglia (Francesco). — **Influenza delle Masse che si muovono di moto alternativo nelle macchine a vapore.** *Atti el R. istituto d'incoraggiamento di Napoli, vol. III della 4ª série.*

Les constructeurs de machines sont entrés depuis quelques années dans une nouvelle voie en adoptant de plus en plus les machines à grandes vitesses; ils ont pour cela deux raisons : d'une part les grandes vitesses conviennent spécialement à certaines installations spéciales, d'autre part elles correspondent à une économie de vapeur. On conçoit que dans ces nouvelles machines, dont les types se répandent et se multiplient chaque jour, les efforts produits peuvent devenir considérables et qu'il y a un intérêt tout particulier à les déterminer, même d'une façon seulement approximative, leur calcul rigoureux étant inabordable.

M. Sinigaglia, après avoir considéré les diagrammes prévus ou probables sur les deux côtés du piston, les transforme de façon à obtenir la force effective sur une des faces de ce piston et dans le sens de marche ; tenant compte alors du diagramme d'inertie construit d'après ses formules, il établit un nouveau diagramme qu'il appelle corrigé et par lequel il déduit aisément les courbes des efforts tangentiels.

Il termine son mémoire par divers exemples qui montrent l'importance pratique de cette étude.

J. Poulet.

Marrecas Ferreira (M. L. F.). — **Sur la projection zénithale équivalente de Lambert.** — *Lisbonne. 1889.*

On sait que, par suite de l'impossibilité de donner sur un plan la représentation exacte des figures tracées sur la sphère, les géomètres ont été conduits à imaginer un grand nombre de systèmes différents de projections pour cartes géographiques. Ne pouvant conserver à la fois les angles, les distances et les surfaces, il faut faire un choix suivant le but qu'on se propose en construisant la carte. Parmi les projections qui conservent les surfaces sans altération, la projection zénithale de Lambert est celle qui altère le moins les angles et les distances. Pour représenter une portion de la sphère d'après ce système, on fait choix d'un point central O, sur l'horizon duquel la carte sera figurée en plaçant chacun des autres points M dans la même direction azimutale que sur la sphère s à une distance du centre égale à la corde du grand cercle qu joint ce point M au centre O. Les auteurs, notamment M. Germain, dans son Traité des projections des cartes géographiques, ont donné des formules trigonométriques pour calculer la position des points de la carte, connaissant leurs longitudes et latitudes. On connaît aussi un procédé pour tracer graphiquement le canevas des méridiens et parallèles, au moyen d'une transformation de la projection stéréographique.

M. Marrecas Ferreira indique une méthode graphique directe pour tracer le canevas et placer les points. Cette méthode consiste à prendre pour plan vertical de projection le méridien du lieu central O et pour plan horizontal son horizon. On construit facilement la projection verticale d'un point M donné par sa latitude et sa longitude. L'auteur ne dit pas comment on en déduit la projection horizontale de OM et son azimut. Il suppose, sans doute, que la lecture suppléera à cette omission; mais il n'eût pas été bien long de donner cette construction. La corde OM se trouve sur la projection verticale; connaissant la corde et l'azimut, la construction s'achève facilement. Pour le cas où l'échelle de la carte ne permettrait pas de représenter la sphère entière sur le papier, et où l'on ne peut plus employer le rapporteur, on se sert des tables des sinus naturels.

En plus de son utilité pour la géographie, cette construction simple comporte une application géométrique intéressante. On arrive facilement à copier une figure tracée sur la sphère, en mesurant directement les azimuts des points du contour par rapport à une origine arbitraire et prenant leurs distances rectilignes à cette origine au moyen du compas. Ayant obtenu ainsi une figure plane équivalente à celle de la sphère, on peut en faire la quadrature par les procédés connus.

E. C.

2° Sciences physiques.

Nils Ekolm. — **Sur la chaleur latente de vaporisation de l'eau et sur la chaleur spécifique de l'eau liquide.** *Bihang till K. svenska vet. akad. handlingar. Band 15, Afd. 1, n° 6.*

Régnault a donné pour la chaleur totale Q et la chaleur latente de vaporisation λ de la vapeur d'eau saturée des formules devenues classiques, mais qui présentent le double inconvénient de donner des valeurs pour la plupart supérieures aux résultats de ses expériences et d'être exprimées en vieilles calories.

Relativement au premier point, l'auteur discute la valeur respective des différents groupes d'expériences de Régnault; il en déduit le poids qu'il faut attribuer à chaque observation et calcule pour Q une nouvelle formule au moyen de la méthode des moindres carrés. Cette formule, bien qu'elle contienne un terme de plus que celle de Regnault, n'offre pas une supériorité marquée sur cette dernière : sans doute les écarts ne sont plus presque toujours par excès, mais se présentent aussi fréquemment dans les deux sens; cependant ils ne sont pas sensiblement plus faibles que ceux de la formule de Régnault.

L'intérêt de ce travail réside surtout dans la seconde partie consacrée à l'évaluation de la vieille calorie en calories moyennes, et à la transformation des formules résultant de l'adoption de cette nouvelle unité.

Les recherches récentes de MM. Rowland et Dieterici ont montré que, avec l'échelle de températures fournie par le thermomètre à gaz, la chaleur spécifique de l'eau ne reste pas constante, même dans un intervalle

restreint; aussi la détermination précise de la *vieille calorie*, c'est-à-dire de la calorie définie au moyen de l'intervalle de 0° à 1°, présente-t-elle des difficultés très grandes. Dès lors il est préférable d'adopter comme unité la *calorie moyenne*, qui est le centième de la quantité de chaleur qu'il faut fournir à un gramme d'eau pour l'échauffer de 0° à 100°.

Or si l'on représente par C_0^t la chaleur spécifique moyenne de l'eau entre 0° et t° en calories de Régnault, la valeur de la calorie moyenne en calories de Régnault sera précisément C_0^{100}. Un calcul correct des expériences de Regnault conduit à la formule

$$C_0^t = 1 + 0{,}000.009.29\,t + 0{,}000.000.265\,t^2,$$

d'où l'on tire :

$$C_0^{100} = 1{,}00358.$$

L'identité de cette valeur avec celle de la vieille calorie calculée au moyen des expériences de M. Rowland confirme, en passant, que c'est rigoureusement de la vieille calorie que s'est servi Régnault.

En mettant à profit les expériences de Rowland sur la chaleur spécifique vraie de l'eau et les déterminations de M. Dieterici sur la chaleur latente de l'eau à 0°, les combinant avec celles de Régnault, et adoptant comme unité la calorie moyenne, l'auteur arrive aux formules suivantes,

$$Q = 602{,}02 + 0{,}3348\,t - 0{,}000.135\,t^2,$$
$$Q = 596{,}77 + 0{,}4230\,t - 0{,}000.478\,t^2,$$
$$\lambda = 602{,}02 - 0{,}6622\,t + 0{,}000.308\,t^2 - 0{,}00000474\,t^3,$$
$$\lambda = 602{,}02 - 0{,}6616\,t + 0{,}000.144\,t^2 - 0{,}00000264\,t^3,$$

La première est calculée au moyen des seuls nombres de Régnault. La seconde représente, avec une fidélité plus grande que la première, les expériences de Régnault comprises entre 60° et 130°; au delà elle s'en écarte davantage, mais à 0° elle s'accorde avec les nombres de M. Dieterici. La troisième est relative à l'intervalle de 0° à 100°; enfin la dernière est relative aux températures supérieures à 100°.

Entre les limites de température qui se présentent en météorologie, — 30° à + 30°, on peut se contenter de la formule simplifiée,

$$\lambda = 596{,}7 - 0{,}57\,t.$$

Edgard Haudié.

Dittmar (W.). — **Chemical arithmetic**, (7 *fr.* 50.) — *William Hodge et Cie.* 25 *Bothwell Strat, Glasgow*, 1890.

Cet ouvrage est un recueil des données numériques nécessaires aux chimistes pour les calculs courants de laboratoire. On y trouve des tables de logarithmes à trois, quatre et cinq décimales, tables des inverses, des racines carrées, etc... Dans les données physiques, un certain nombre de tables sur la densité des solutions et des solides, les corrections aux pesées, la mesure des volumes gazeux, l'absorption et l'analyse des gaz, la thermométrie et le jaugeage des récipients. Toutes ces données sont mises sous une forme commode, et l'ensemble constitue un memento qui peut rendre de grands services.

Georges Charpy.

Woodward (C.). — **Arithmecal Chemistry.** (2 *fr.* 50). — *Londres. Simpin Marshall, Hamilton, Kent et C° 4 Stationers'hall Court, London.* 1890.

Ce petit livre s'adresse aux jeunes gens qui commencent l'étude de la chimie. Il contient un exposé très net des principaux problèmes de calcul que l'on rencontre en chemin et des méthodes par lesquelles on les résout. De nombreux exemples complètent cet exposé.

Georges Charpy.

Bourgeois (Léon). — **Analyse microchimique,** 2e *supplément du Dictionnaire de Chimie de Wurtz-Friedel. Hachette et Cie, Paris, novembre* 1890.

L'application du microscope à l'étude des minéraux et des roches a permis d'aborder l'examen de substances extrêmement petites auxquelles les essais chimiques ordinaires n'étaient plus applicables. Il a donc fallu, pour ce cas particulier, modifier les méthodes d'analyse qualitative. C'est au microscope qu'a été demandée la solution de cet intéressant problème. Un grand nombre de réactions chimiques donnent naissance à des corps parfaitement cristallisés dont les formes et les propriétés optiques sont suffisamment caractéristiques pour qu'on puisse les employer au diagnostic des éléments qui les composent. Ces réactions s'effectuent facilement dans une goutte de liquide, placée sur une lamelle de verre qu'on examine au microscope : elles ne demandent qu'une quantité extrêmement faible de la substance à analyser.

Les avantages des méthodes microchimiques n'ont pas tardé à frapper l'attention des chimistes auprès desquels elles commencent à devenir aussi populaires qu'auprès des minéralogistes et pétrographes qui les avaient employées les premiers.

De nombreux mémoires et même des traités spéciaux ont été consacrés à la description des réactions les plus caractéristiques des principaux éléments. Les noms de Boricky, Behrens Streng, Hanshofer, Klément, Renard, etc., sont attachés à ce genre de recherches. M. Léon Bourgeois, à qui cette branche de la Chimie doit d'intéressants progrès, en a réuni les principes généraux dans un court et substantiel article.

Après avoir rapidement indiqué les précautions à prendre pour purifier la petite parcelle de substance à essayer, le mode d'attaque, les procédés de filtration sur une lamelle de verre des quelques gouttes de la dissolution, M. L. Bourgeois passe en revue les principales réactions caractéristiques des divers métalloïdes et métaux.

Ces réactions peuvent être groupées en trois classes, suivant que les cristaux se produisent par voie humide, par fusion suivie de refroidissement (au sein de borax, sel de phosphore, etc.) ou par sublimation.

Cet intéressant travail, par sa nature condensée, se prête difficilement à l'analyse. Il suffira de rappeler ici deux des réactions décrites qui donneront une idée de ce genre de recherches.

Recherche du potassium, sodium, calcium (procédé Boricky). — Un petit fragment de la substance à essayer, de la grosseur d'une pointe d'épingle est placé sur une lamelle de verre enduite de baume du Canada, puis attaqué par l'acide hydrofluosilicique. L'évaporation lente de la solution donne, suivant les cas, des cristaux (fluosilicates), qui sont cubiques pour le potassium, hexagonaux pour le sodium, fusiformes ou arborescents pour le calcium, rhomboïdiques pour le magnésium, etc.

Recherche de la zircone (procédé Michel Lévy et Bourgeois). — La substance à essayer est fondue dans un creuset de platine, avec un excès de carbonate de sodium. La masse est reprise par de l'eau acidulée; on constate au microscope la formation de lamelles hexagonales de zircone.

Ce travail, terminé par une indication de l'application possible des réactions microchimiques aux substances organiques, est enrichi de figures dessinées d'après nature et montrant les cristaux et les formes cristallitiques qui prennent naissance au cours des réactions décrites.

Grâce à une habile sélection qui a fait passer sous silence les réactions peu sûres ou difficiles à obtenir, ce précis d'analyse microchimique rendra de grands services aux chimistes et les encouragera dans une voie qui ne peut qu'être féconde en résultats.

Alf. Lacroix.

3° Sciences naturelles.

Carta geologica d'Italia nella scala di 1 : 1,000,000, *pubblicata per cura del R. Ufficio geologico*, 2 *feuilles*, (10 *francs*) *Rome*, 1889.

Le *Comitato geologico d'Italia* avait publié en 1881, à l'occasion du Congrès de Bologne, un premier essai de carte géologique générale de la Péninsule, en deux feuilles. La nouvelle carte d'ensemble livrée à la publication l'année dernière se distingue de la précédente par des perfectionnements importants : les divisions stratigraphiques, au nombre de vingt-quatre, sont, il est vrai, restées les mêmes — sauf la distinction du Rhétien, introduite dans les Alpes Lombardes et Vénitiennes — mais l'échelle du millionième, un peu plus grande que celle qui avait été adoptée tout d'abord (1,111,111e) a permis d'apporter dans le tracé des contours une précision plus grande, en même temps que les progrès du levé de la carte détaillée amenaient souvent à les modifier d'une manière notable.

Sous ce rapport, il y a lieu de signaler particulièrement, dans les Alpes Occidentales, le long de la frontière française, la diminution des surfaces rapportées au Trias, et l'attribution des *schistes lustrés* de Lory au Précambrien : c'est la solution définitive d'un des problèmes les plus difficiles de la géologie alpine, solution qui est due surtout aux efforts persévérants de M. Zaccagna. Dans les Alpes Maritimes, aux environs de Savone, on remarque que la teinte du terrain primitif est remplacée par celle du Permien; ce résultat est dû au même géologue.

Dans les Apennins, l'extension du Crétacé de 1881 a du être fréquemment restreinte au profit du Jurassique (chaînes calcaires des Abruzzes et de la Sabine, Capri, Pouille, etc.); en Toscane, dans l'Ombrie, le Miocène a pris un grand développement, aux dépens de l'Eocène et même du Crétacé. En Sardaigne, de larges espaces attribués au Pliocène ont reçu la couleur du Miocène, de même que dans les Calabres, où les roches amphiboliques ont pris en outre une extension toute nouvelle. Seule la partie de la carte relative à la Sicile n'a eu à subir aucune modification, les levés détaillés de cette île étant déjà terminés lorsqu'on préparait la première édition du travail. Par contre, le coloriage de la Corse a dû être transformé du tout au tout, d'après les minutes communiquées par le *Service de la Carte géologique détaillée de la France :* le Crétacé des anciens documents a fait place aux schistes cristallins archéens. Quant au littoral dalmate, il a été figuré d'après les cartes autrichiennes. Enfin, les études récentes de M. Rolland ont été mises à contribution pour représenter les grands traits de la géologie tunisienne, du golfe de Hammamet au cap de Fer.

Avec la belle *carte de l'Italie* au 1 : 1,500,000e que M. Vogel, l'éminent cartographe de Gotha, vient de faire paraître dans la nouvelle édition de l'*Atlas de Stieler*, la carte d'ensemble du *Comitato* de Rome constitue une base excellente pour l'étude de la géologie et de l'orographie de la Péninsule, dont les matériaux sont malheureusement encore éparpillés dans une foule de publications diverses. Il serait temps, croyons-nous, que quelqu'un songeât à coordonner ces richesses : la préparation d'un *Manuel de géologie italienne* ne pourrait-elle pas être confiée à l'un des collaborateurs du service officiel? C'est là un vœu que nous souhaitons vivement de voir bientôt réalisé.

Emm. de Margerie.

Askenasy (E.). — **Quelques relations entre l'accroissement et la température.** *Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch, VIII;* 61-94, 1890.

Cette étude a porté sur les racines de jeunes plantules de maïs. Après avoir observé l'accroissement des racines qu'il trouve être de 1, 7 à 3,8 millim. par heure et à la température de 26 à 29°, l'auteur a déterminé le degré de turgescence des racines qui ont été portées à des températures différentes. Cette turgescence est mesurée en observant le raccourcissement de l'organe lorsqu'on la supprime, ce qu'on obtient en plongeant l'organe dans de l'eau à 75-80° pendant 10 minutes ou dans une solution de salpêtre à 15 0/0 pendant 80 minutes. M. Askenasy a constaté ainsi que le raccourcissement des racines de maïs a la même valeur, quelle que soit la température à laquelle ces racines se sont trouvées et quel qu'ait été l'accroissement en longueur correspondant. Ces expériences modifient donc complètement les idées qui avaient cours actuellement et d'après lesquelles on faisait de l'accroissement des membranes cellulosiennes une dépendance de la turgescence.

L'auteur examine ensuite l'influence de certains changements de température sur l'accroissement. Il a constaté que l'accroissement cesse quand on refroidit la plante à + 5°. En outre, les racines ayant séjourné une demi-heure dans l'eau à cette basse température et qu'on porte ensuite à la température la plus favorable à l'accroissement, croissent beaucoup moins vite qu'elles ne devraient le faire normalement. Ce fait, que l'accroissement s'arrête rapidement à une certaine température semble être une réaction du protoplasma vivant, ce qui conduit M. Askenasy à expliquer l'accroissement général des cellules et des organes, non plus par celui de la membrane cellulaire, mais par l'accroissement du protoplasma qui serait, dans tous les cas, le phénomène primaire, dominant et réglant celui de la membrane cellulaire.

A. Hébert

Michotte (F.). — **Traité scientifique et industriel de la Ramie.** (10 *francs.*) *J. Michelet*, 25, *quai des Grands-Augustins. Paris*, 1891.

M. Michotte, inventeur d'une machine à décortiquer la Ramie a entrepris d'écrire l'histoire complète de ce remarquable textile. La première partie, qui vient de paraître, traite des caractères botaniques de la plante, de la culture, du rendement et du décorticage. Certainement l'auteur a rassemblé un grand nombre de documents dont plusieurs sont fort intéressants : comptes-rendus des séances de la Commission de la Ramie, rapports de MM. Tisserand, Favier, Rivière, etc. Malheureusement tous ces documents, au lieu d'être résumés et condensés, ont été simplement juxtaposés, de telle sorte qu'une même question se trouve traitée plusieurs fois au grand détriment de la clarté. Nous ne reprocherons pas à M. Michotte les quelques obscurités ou erreurs de sa description botanique; l'auteur n'est pas botaniste; il devait simplement reproduire les textes sans y rien changer comme il a reproduit les figures.

La partie qui traite de la culture dans nos colonies et du rendement probable a son importance; mais nous ne faisons aucune difficulté d'avouer que nos préférences vont tout droit au chapitre très complet du décorticage. L'auteur évoluait là dans un milieu connu; il n'est pas difficile de s'en apercevoir dès les premières pages. Certes il ne faut pas demander à un inventeur d'admirer l'idée de ses concurrents : M. Michotte s'en est bien gardé. Mais il a suffisamment esquissé leurs procédés pour éclairer le lecteur : c'est déjà beaucoup. De nombreuses figures de machines accompagnent d'ailleurs le texte et en facilitent l'intelligence.

Le deuxième volume, annoncé par l'auteur, comprendra le dégommage et la filature de la Ramie.

Henri Lecomte.

Blanchard (Dr R.). — **Compte-rendu des séances du Congrès international de Zoologie,** (15 *francs*), *au siège de la Société zoologique de France*, 7, *rue des Grands-Augustins, Paris*, 1890.

La publication du compte rendu des séances du Congrès international de zoologie couronne dignement

les travaux des nombreux savants qui ont pris part à ces réunions. Le Congrès était divisé en trois sections : 1° Zoologie ; 2° Anatomie, histologie, embryogénie ; 3° Paléontologie. Chacune de ces sections a apporté sa part aux travaux que publie le secrétaire général du Congrès, le Dr R. Blanchard.

Signalons en particulier un très intéressant rapport du professeur Ed. Perrier « sur les services que l'embryogénie peut rendre à la classification » et un travail très substantiel du Dr P. Fischer sur « la détermination des régions du globe dont la forme est insuffisamment connue. » M. Filhol et M. F. Topinard se sont chargés de montrer de leur côté les liens qui existent entre la paléontologie d'une part, l'anthropologie d'autre part et la zoologie. Il nous est impossible de donner même un aperçu de ces rapports, on le comprendra si l'on songe que chacun d'eux est un exposé documenté de l'état actuel de la science pour chacun des points traités.

Plusieurs mémoires originaux importants sont également publiés dans le volume que nous analysons. Citons entre autres : dans la section de zoologie, les recherches sur la production du saumon de la Dordogne, par M. Künstler; une communication sur la station zoologique de Cette par le professeur Sabatier; la recherche des animaux marins avec la description de l'outillage spécial employé à bord du yacht l'*Hirondelle*, par le prince de Monaco.

Dans la section de paléontologie, nous relevons un important mémoire du Dr V. Lemoine : « Considérations générales sur les Vertébrés fossiles des environs de Reims et spécialement sur les mammifères de la faune cernaysienne. »

Le volume comprend enfin une importante étude du Dr R. Blanchard sur « la nomenclature des êtres organisés ». Cette question, proposée par la Société zoologique de France, a fait le sujet de longues discussions au sein du Congrès. Des propositions fortement motivées ont été votées. C'est là, on peut le dire, un résultat sérieux qui fera époque dans l'histoire de la zoologie. Nous ne saurions trop féliciter la Société zoologique de France de l'initiative qu'elle a prise, et son actif secrétaire général, le professeur, R. Blanchard, du soin qu'il a apporté dans l'étude dont il a fait adopter la plupart des conclusions.

Dr H. Beauregard.

4° Sciences médicales.

Duplay (Simon), *Professeur de clinique chirurgicale*, et **Cazin**. — **Recherches expérimentales sur la nature et la pathogénie des atrophies musculaires consécutives aux lésions des articulations.** *Archives générales de médecine, janvier* 1891, *p.* 1.

On a proposé successivement pour expliquer la pathogénie des amyotrophies consécutives aux lésions articulaires de nombreuses théories : *Théorie mécanique*, une hydarthrose de l'épaule comprimant le deltoïde par exemple; *inactivité fonctionnelle*, l'atrophie musculaire étant due à l'immobilisation du membre; *propagation aux muscles de l'inflammation articulaire; névrite par propagation*, etc.

En présence de l'insuffisance de ces diverses théories, la plupart des auteurs se sont ralliés à la *théorie réflexe*, imaginée par Vulpian, qui, plaçant le point de départ du réflexe dans l'irritation des extrémités des nerfs articulaires, admet que cette irritation retentit par la voie centripète sur les centres spinaux au niveau des foyers d'origine des nerfs des muscles frappés d'atrophie et y détermine une modification dynamique, d'où résulte l'amyotrophie.

Cette théorie explique la rapidité avec laquelle se produit l'atrophie et qui semble exclure *a priori* l'idée d'une lésion matérielle; elle concorde avec les résultats de l'observation clinique qui semble bien démontrer que l'affection spinale est purement dynamique, en permettant de constater l'absence de réaction de dégénérescence; enfin elle trouve un dernier appui dans l'examen micrographique des muscles qui ont toujours présenté les caractères de l'atrophie simple. Il lui manquait pour être établie d'une manière définitive la sanction d'une série d'examens sérieux démontrant d'une manière péremptoire l'état de la moelle et des nerfs. C'est pour combler cette lacune que, dans ces deux dernières années, MM. Duplay et Cazin ont entrepris un grand nombre d'expériences méthodiquement poursuivies, au niveau de l'articulation du genou, sur dix chiens et cinq lapins, faisant chaque fois comparativement l'examen des tissus du côté sain et de ceux du côté malade.

Les lésions articulaires étaient produites par l'injection de solutions de nitrate d'argent, de teinture d'iode, par l'introduction d'un thermocautère rougi ou par des mouvements forcés. La recherche des lésions des troncs nerveux, des racines rachidiennes et de la moelle resta constamment négative: les fibres musculaires présentèrent, dans tous les cas, les caractères de l'atrophie simple sans processus irritatif. Les seules lésions constatées furent celles de filets nerveux articulaires dans leur partie terminale.

Aussi, en l'absence de lésions ascendantes s'étendant aux nerfs musculaires, se trouve-t-on amené à admettre un retentissement de l'irritation des nerfs périarticulaires sur les centres médullaires, retentissement qui se propagerait aux foyers où les nerfs centrifuges prennent naissance. La pathogénie des amyotrophies d'origine articulaire réflexe, nettement indiquée par Vulpian, se trouve donc aujourd'hui établie sur des recherches anatomo-pathologiques rigoureuses.

Dr Henri Hartmann.

Rouvier (J.). — **Revue internationale de bibliographie médicale, pharmaceutique et vétérinaire**, *Paris et Beyrouth*, 1891, *n°* 1.

L'an dernier, M. Rouvier (de Beyrouth) fondait une revue bibliographique trimestrielle donnant l'indication des divers travaux afférents aux sciences médicales. Il lui adjoint aujourd'hui un bulletin mensuel analytique, dont le but est, nous dit-il, « de donner beaucoup en peu de lignes, de faire connaître avec impartialité les principaux travaux publiés par la presse médicale du monde entier ». Le premier numéro, contenant 32 pages de texte fin, imprimé sur deux colonnes, contient un grand nombre de renseignements.

Dr Henri Hartmann.

Salomonsen (Dr C. J.). — **Technique élémentaire de bactériologie.** *Traduit par le Dr* Ray. Durand-Fardel (*4 francs*). *Chez Rueff et Cie, éditeurs, Paris.*

Les recherches microbiologiques sont devenues d'une nécessité absolue dans la pratique courante de la médecine et dans bien des circonstances, elles sont indispensables avant d'affirmer le diagnostic. Pour être complète, l'éducation du médecin d'aujourd'hui doit donc comprendre l'étude de la bactériologie. Pénétré de cette idée, le docteur Salomonsen (de Copenhague) a publié le résultat des travaux qu'il avait entrepris pour acquérir *par lui-même* les notions de bactériologie qui lui étaient nécessaires; c'est dire que sa technique élémentaire est conçue dans un esprit essentiellement pratique et mise à la portée de tous les médecins auxquels elle indique les manipulations courantes en bactériologie et les moyens de réaliser, très simplement, une installation de laboratoire suffisante pour leurs besoins. Un ouvrage de ce genre manquait dans la littérature française; en nous donnant une traduction de Salomonsen aussi claire qu'exacte, le Dr Ray. Durand-Fardel a comblé cette lacune de la façon la plus heureuse.

Dr Ed. de Lavarenne.

Ciccolini (S. A.). — **L'inspiration profonde active** (2 fr. 50). *G. Masson*, 120, *boulevard Saint-Germain, Paris*, 1890.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Par exception *le présent numéro ne contient pas le compte rendu des séances de plusieurs Académies et Sociétés savantes, dont la* **Revue** *analyse ordinairement les travaux, — ces Sociétés venant de prendre vacance à l'occasion des fêtes de Pâques.*

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 mars 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Mlle **Klumpke**: Observation de la planète Millosevich (304), faites à l'Observatoire de Paris (Equatorial de la tour de l'Est). — **M. J. Weingarten** : Sur la théorie des surfaces applicables. Extrait d'une lettre de M. J. Weingarten à M. Darboux. — **M. J. Verschaffelt** présente une note sur les déformations que présente après l'imbibition un système formé par la superposition de deux lames hygroscopiques, minces et homogènes, à propriétés différentes. Toutes les formes que peut affecter le système peuvent être classées en deux groupes : au premier se rattachent toutes les formes présentant des courbures principales de même signe, au second toutes celles présentant des courbures principales de signe contraire. Le *cylindre* peut être considéré comme une forme de transition et la *sphère* est un cas particulier du premier groupe.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **MM. R. Colley, N. Michkine et M. Krazine** rendent compte des observations actinométriques faites à l'observatoire de l'Académie Petrowsky, près de Moscou, dont le but principal était de déterminer l'intensité totale des radiations émises par le Soleil et de celles diffusées par toute l'étendue du ciel, sur l'unité de surface horizontale du sol. Les auteurs se sont servis du pyrhéliomètre de M. Crova qui a été observé comparativement aux indications de l'actinographe de MM. Richard frères. Ils ont trouvé que la marche diurne de la radiation, par des journées très sereines, présente, à Moscou, les mêmes caractères typiques que ceux trouvés par M. Crova à Montpellier ; ainsi : 1° La courbe de la marche diurne n'est pas symétrique par rapport à l'ordonnée de midi ; 2° Les maxima principaux ont lieu, en été, vers 10 heures du matin et à 3 heures après midi ; ils sont séparés par un minimum secondaire. En automne les deux maxima se rapprochent de l'heure de midi. De l'ensemble de ces observations il résulte que l'insolation est plus intense pendant le mois de juillet que pendant les mois de juin et d'août, tandis que théoriquement, elle devrait être la plus forte en juin ; la transparence atmosphérique est donc plus faible pendant le mois de juin que pendant les deux mois suivants, et cependant la durée totale de l'insolation est plus grande en juin qu'en juillet. Le mémoire est accompagné de 23 tableaux, donnant, pour tous les jours de chaque mois, la radiation totale reçue sur l'unité de surface horizontale, ainsi que du calcul des degrés de précision que l'on peut atteindre dans ces observations. — **M. A Crova**, au sujet des observations précédentes, fait remarquer que ces dernières ne sont pas directement comparables à celles qu'il a faites à Montpellier et à celles de M. Savélief à Kief, car elles donnent les radiations totalisées du Soleil et du ciel, tandis que celles de Montpellier et de Kief donnent seulement celles du Soleil. De la comparaison du nombre de calories entre Moscou et Montpellier on peut conclure que la transparence atmosphérique a été pendant les mois de juin et de juillet plus grande à Moscou qu'à Montpellier. Ces résultats rapprochés de ceux obtenus pendant l'hiver à Kief, permettent de conclure que la situation continentale des deux stations russes donne à leur atmosphère une transparence calorifique plus grande qu'à Montpellier, dont la situation, plus méridionale et au bord de la mer, augmente la masse des vapeurs absorbantes de son atmosphère. Quoique le soleil y brille plus souvent, la transparence atmosphérique y est moindre. — **M. Berthelot**, en étudiant l'action de la chaleur sur l'oxyde de carbone renfermé dans des tubes de verre scellés à la lampe, a reconnu que si l'on soumet ce gaz à des températures de plus en plus abaissées, il arrive un degré tel que l'acide carbonique continue à se manifester, précisément comme à une température plus haute, mais sans qu'il apparaisse la moindre trace de charbon. La dose d'acide carbonique formée ainsi vers 500° à 550° est comparable à celles que l'on obtient en faisant passer très lentement l'oxyde de carbone dans des tubes de porcelaine chauffés au rouge ; mais au rouge vif, et même au rouge modéré, il se dépose vers les extrémités des tubes deux anneaux de charbon très visibles, tandis que vers 500° à 550°, avec une dose comparable d'acide carbonique formé, il est impossible d'observer la moindre trace de charbon. L'acide carbonique formé ne saurait résulter ici d'une dissociation directe de l'oxyde de carbone, mais bien d'une décomposition proprement dite, qui doit être précédée par une polymérisation, le produit condensé se séparant aussitôt en acide carbonique et sous-oxydes. Le mécanisme de cette transformation singulière rentrerait dès lors dans les mêmes lois que les polymérisations et décompositions pyrogénées des carbures d'hydrogène. — **M. Berthelot**, dans le cours des recherches précédentes, a observé une réaction caractéristique de l'oxyde de carbone. Ce gaz réduit l'azotate d'argent ammoniacal. Cette réaction est extrêmement sensible et s'effectue même en présence d'une grande quantité d'air. Elle pourra donc servir à reconnaître la présence d'une trace d'oxyde de carbone, dans une atmosphère gazeuse, pourvu qu'il n'y ait pas d'autre substance réductrice. Cette réaction fournit un nouveau rapprochement entre l'oxyde de carbone et les aldéhydes. — **MM. Berthelot et André**, d'après quelques essais ayant pour but de rechercher l'origine de l'odeur spéciale émise par la terre végétale récemment mouillée, établissent que le principe essentiel de cette odeur réside dans un composé organique, neutre, de la famille aromatique, et qui est entraîné par la vapeur d'eau, à la façon des corps possédant une très faible tension. — **M. Besson** étudie l'action de l'acide iodhydrique sur le chlorure de silicium. Le produit de la réaction, soumis à une série de distillations fractionnées, lui a donné les chloroiodures Si^2Cl^3I, $Si^2Cl^2I^2$ et quelques gouttes d'un composé se rapprochant de la formule Si^2ClI^3. — **M. L. Amat** continue ses recherches sur l'influence des acides dans la transformation du pyrophosphite de soude en phosphite. Il étudie les influences de la dilution, de la quantité d'acide, de la nature de l'acide. Dans l'action des alcalis sur le pyrophosphite de soude, la vitesse de transformation a été trouvée à chaque instant proportionnelle, non seulement à la quantité de pyrophosphite qui se trouve dans la dissolution, mais encore à la quantité de soude qui provoque cette transformation. — **M. Vèzes** rend compte du résultat de ses recherches sur les sels bromoazotés du platine. Il décrit

les modes de préparation du *platibromonitrite*, du *platibromonitrosonitrite* et du *bromoplatinate* de potassium. — **M. Albert Colson** présente une note *sur la désagrégation par l'eau des sels neutres d'amines de la série grasse*. Il montre que les sels constitués par des amines capables de ramener au bleu le tournesol rougi par l'acide minéral auquel elles sont combinées sont sensiblement dissociées par l'eau, même vers 50°, et leur désagrégation est réglée par les lois que M. Berthelot a établie pour les sels faibles. La méthode employée ne s'applique pas aux alcalis fixes, potasse, chaux. — **M. Raoul Varet** fait connaître un certain nombre de nouvelles combinaisons de la pyridine; il décrit les *bromozincate* et *cuivrate* de pyridine ainsi que les *argentoiodure*, *bromure* et *chlorure* de pyridine. — **M. Léo Vignon** synthétise les résultats de ses précédentes communications relatives à la théorie des phénomènes de teinture. Tous les phénomènes de teinture obtenus avec les matières colorantes solubles, qu'ils se manifestent avec les textiles ou avec les oxydes métalliques, nécessitent: 1° La présence de fonctions acides ou basiques dans les absorbants; 2° La présence de ces mêmes fonctions dans les matières colorantes. En faisant abstraction des matières colorantes tétrazoïques, que le coton absorbe sans mordant dans un bain alcalin, on peut dire que les phénomènes de teinture obtenus avec les matières colorantes solubles sont d'ordre purement chimique, et que les règles de l'action chimique suffisent à les expliquer.

3° Sciences naturelles. — **M. A. d'Arsonval** décrit une méthode générale pour enregistrer simultanément l'onde électrique d'excitation et la contraction musculaire résultante. La méthode permet de faire varier isolément d'une façon continue les trois facteurs, *potentiel maximum de la décharge*, *temps de variation du potentiel* et *quantité d'électricité*, dont est fonction la courbe qui représente la *caractéristique d'excitation* (forme de l'onde électrique). Elle permet en outre de combiner ces variations deux à deux ou trois à trois et d'inscrire directement sur un cylindre enregistreur la courbe de l'onde électrique, et, immédiatement au-dessous, la courbe de la secousse musculaire provoquée par cette excitation. — **MM. Simon Duplay** et **Maurice Cazin**, au cours de recherches dirigées dans un autre but, ont reconnu, par une série d'expériences nombreuses, que les phénomènes convulsifs, que produit chez les souris, les rats et les cobayes, l'injection de lymphe de Koch diluée, suivant la technique employée en Allemagne dans une solution d'acide phénique à 5 pour 1000, provenaient uniquement de l'action de l'acide phénique. Ils signalent de plus que pour un même poids d'animal, la souris est beaucoup plus sensible à cette action que le rat, le cobaye, le lapin et le chien.

Mémoires présentés. — **M. Paraire** adresse une note « Sur le maximum de rendement de la vapeur. » — **M. J. Dettweiler** adresse une note relative à un projet d'utilisation comme force motrice, de la déviation du mouvement d'un pendule par la rotation de la Terre. — **M. Déclat** adresse une note tendant à établir qu'il a, le premier, fait usage d'injections hypodermiques antiseptiques, dans le traitement de la tuberculose.

Séance du 31 mars 1891.

1° Sciences mathématiques. — **M. P. Painlevé**: Sur la théorie de la représentation conforme. — **M. G. Sire** présente sous le nom de *gyroscope alternatif à mouvements réciproques*, un appareil destiné à mettre en évidence le fait connu : lorsqu'un tore en rotation est assujetti à tourner autour de deux axes rectangulaires entre eux, une rotation autour de l'un de ces axes n'est possible que si l'axe du tore est parallèle à cet axe, et si cette rotation est de même sens que celle du tore. — **M. A. Gaillot** a relevé une série d'observations faites à Paris au cercle de Gambey d'août 1824 à septembre 1857 dans des conditions particulièrement favorables pour mettre en évidence, le cas échéant, une variation de latitude; les moyennes ne montrent aucune variation annuelle, mais une variation diurne nette, avec minimum à 9 heures. — **M. G. Bigourdan** donne la liste, avec description sommaire, des nébuleuses nouvelles qu'il a découvertes à Paris depuis 1887. — **M. Mouchez** annonce que la première séance du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel vient d'avoir lieu; après cette troisième session, les travaux vont commencer immédiatement.

2° Sciences physiques. — **M. P. Duhem** donne brièvement les résultats auxquels il aboutit dans un ouvrage en cours de publication sur les pressions à l'intérieur des milieux magnétiques ou diélectriques. — **MM. E. Sarrazin** et **L. de la Rive** ont repris la vérification des expériences de M. Hertz relativement aux ondes électriques réfléchies dans l'air; comme pour les ondulations des fils conducteurs, ils ont trouvé que la longueur d'onde varie avec le résonnateur et non avec la source; et qu'elle est sensiblement constante pour un résonnateur donné; de plus, avec un même résonnateur, elle est sensiblement la même dans l'air et le long d'un fil conducteur. — **M. A. de Tillo** signale des anomalies magnétiques considérables dans une région très limitée de la Russie d'Europe, entre Charkow et Koursk. — **M. H. Deslandres**, prenant le spectre des hydrocarbures ou du carbone comme exemple, montre que l'on peut par le calcul à partir d'une série de bandes bien connues, calculer la position des autres bandes du même spectre, et par suite déterminer si des raies observées doivent bien être attribuées au spectre du corps étudié. — **M. K. de Kroustchoff** a fait la synthèse de l'amphibole par la voie humide. — A propos de la note de M. G. Linossier sur l'hématine végétale, **M. T. L. Phipson** rappelle qu'il a découvert dans certaines algues en 1879 un pigment rouge contenant du fer et donnant un spectre d'absorption analogue à celui du sang.

3° Sciences naturelles. — **M. L. Lindet** communique plusieurs expériences nouvelles à l'appui de l'opinion émise antérieurement par lui, à savoir que les alcools supérieurs produits par la fermentation alcoolique résultent de la vie de microorganismes distincts de la levure de bière. — **M. A. d'Arsonval** présente un appareil destiné à filtrer à la bougie de porcelaine les liquides visqueux provenant de tissus animaux; c'est la pression de l'acide carbonique liquéfié qui pousse les liquides à travers la porcelaine; l'acide carbonique à ces pressions élevées jouit d'un pouvoir antiseptique propre considérable. — **M. R. Moniez** a pu observer les mâles chez un certain nombre d'espèces d'Ostracades d'eau douce qui passaient pour se reproduire exclusivement par parthénogénèse. — **M. A. F. Marion** expose ses nouvelles observations sur la sardine de Marseille; il explique l'apparition successive de bandes de tailles variées par l'irrégularité de la maturité sexuelle qu'on peut observer chez les adultes; il pense que l'œuf pondu est flottant, et c'est à la sardine qu'il faut rapporter les œufs à grande chambre périvitelline décrits par Raffaële à Naples. — **M. P. Lesage** continuant ses recherches sur la physiologie des plantes du littoral, a reconnu que la présence du sel diminue la formation d'hydrate de carbone dans les tissus des plantes; ce fait est à reprocher de cet autre, signalé par le même auteur, qu'une forte salure s'accompagne d'une diminution de la chlorophylle. — **M. E. Aubert** a constaté sur des plantes grasses (Cactées) exposées à la lumière dans une atmosphère dépourvue d'acide carbonique un dégagement simultané d'oxygène et d'acide carbonique. — **M. A. de Tillo** comparant des pressions barométriques observées par un voyageur au centre de l'Asie, avec la marche générale de la pression sur ce continent, conclut à l'existence d'une dépression dans ces régions d'environ 50 mètres au-dessous de la mer. — **M. A. Pomel** expose d'après un grand nombre d'informations qu'il a recueillies, les grandes lignes du tremblement de terre des 15 et 16 janvier en Algérie.

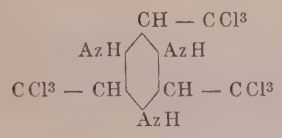
Mémoires présentés. — M. **Pellerin** adresse une note sur la réduction de la résine commune par l'hydrogène naissant. M. **A. B. Mac Donall** adresse un relevé des quantités de pluie tombées à Paris pendant sept années consécutives, de 1870 à 1876.

L. Lapicque.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 10 avril 1891.

M. **Engel** a remarqué que si l'on mélange une solution d'acide chlorhydrique concentré à une solution saturée d'hyposulfite de soude, on obtient, après séparation du chlorure de sodium, une solution limpide, qui se conserve longtemps, mais jaunit peu à peu; puis il se forme un dépôt de soufre qui offre cette particularité remarquable qu'il se redissout si l'on ajoute un excès d'*eau;* ce soufre est soluble dans le chloroforme et le sulfure de carbone et cristallise facilement par évaporation; mais les cristaux ainsi obtenus fondent au-dessous de 100° en se transformant en soufre mou insoluble dans le sulfure de carbone. La forme cristalline de cette nouvelle variété de soufre n'a pas encore pu être déterminée. — M. **Engel** a étudié l'action de l'eau oxygénée sur le permanganate de potassium en présence d'acide sulfurique, et constaté qu'il n'y a pas dégagement d'oxygène si l'on emploie des réactifs purs; mais si l'on amorce la réaction au moyen d'une trace de sulfate manganeux, elle se continue d'elle-même. — M. **Béhal** rappelle la suite des recherches qu'il a faites en commun avec M. **Choay** sur le chloralimide et donne comme formule de constitution de ce corps le schéma :



et explique les isomères que présente le chloralimide en construisant cette formule dans l'espace; on remarque alors qu'il ne peut y avoir que deux isomères stéréochimiques. M. Béhal fait ensuite observer que dans un certain nombre de cas la symétrie du schéma construit dans l'espace concorde bien avec la symétrie cristalline observée. Malheureusement il y a des exceptions bien difficiles à expliquer. — M. **Bertrand** rappelle que par hydrogénation du xylose il a obtenu la xylite; l'hydrogénation se fait au moyen de l'amalgame de sodium, et la purification de la xylite au moyen de l'acétol dibenzoïque. Traitée par l'acide iodhydrique, la xylite donne naissance à l'iodure de pentine correspondant au méthylpropylcarbinol. — M. **Prunier** décrit une nouvelle méthode d'analyse élémentaire permettant de doser à la fois le soufre et le carbone. — M. **Grimaux** a étudié en collaboration avec M. **Lefèvre** l'influence qu'exerce l'introduction d'un groupe oxyméthylé dans les molécules aromatiques, au point de vue de la formation des matières colorantes. Il a comparé les réactions et les matières colorantes que donnent la diméthylaniline, la méta-anisidine diméthylée et l'ortho-anisidine diméthylée, et conclut que l'introduction d'un groupe méthoxyle influe sur la nature de la couleur : ainsi l'oxydation de la diméthylaniline donne du violet, les deux anisidines donnent du bleu très pur; il faut également tenir compte de la place qu'occupe le groupe méthoxylé : un pareil groupe en position ortho s'oppose presque absolument à la formation des colorants qu'on obtient très facilement avec le dérivé méta. — M. **Verneuil** décrit un dispositif qu'il a imaginé pour alimenter automatiquement une trompe à mercure, en faisant remonter le mercure dans le réservoir supérieur au moyen d'une trompe à eau.

A. Combes.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 1er avril 1891.

M. **Fouret** fait connaître l'extension aux courbes algébriques gauches d'une propriété qu'il a déjà donnée pour les courbes algébriques planes : Le lieu des points pour lesquels la somme des carrés des normales menées à une courbe algébrique gauche quelconque est constante, est une surface du second ordre. — M. **Kobb** indique un critérium applicable à la distinction entre les maxima et les minima d'intégrales définies. Il en fait l'application à l'intégrale qui se rencontre dans la démonstration du principe de la moindre action. — M. **Raffy** : Détermination du caractère des surfaces applicables sur des surfaces spirales.

Maurice d'Ocagne.

SOCIÉTÉS MARITIMES SCIENTIFIQUES

NORTH EAST COAST INSTITUTION OF ENGINEERS AND SHIPBUILDERS

M. **Weighton** : *Puissance indiquée normale des machines et chaudières marines.* Bien des formules ont été employées à diverses époques pour exprimer la puissance des machines. La *force indiquée* sur les pistons, que l'indicateur permet toujours d'obtenir, est l'expression, aujourd'hui adoptée en pratique, de cette puissance. Mais elle ne donne aucune indication sur la chaudière, ni par conséquent sur l'ensemble de l'appareil moteur. Une commission fut chargée en 1885 d'établir une formule qui servit de terme de comparaison des valeurs relatives des appareils moteurs. M. Weighton expose le résultat de ses travaux. — Le but de la nouvelle formule étant d'exprimer non la puissance absolue, mais la valeur relative d'un appareil moteur, ou son degré d'utilité pour l'armateur, il importe de choisir avant tout une unité convenable. La force indiquée d'une machine n'est pas une mesure de sa valeur; elle ne le serait que dans des conditions de fonctionnement identiques pour toutes les machines. Ainsi deux machines de dimensions différentes pourront bien, avec même pression, et même nombre de tours être amenées à produire la même puissance en faisant varier l'introduction. Mais leurs conditions économiques ne seront plus les mêmes. Celle qui aura la plus forte introduction dépensera plus de vapeur, et, par suite, de combustible; et la plus grande course entraînera le plus d'usure. La valeur d'un appareil est donc, dans une large mesure, indépendante de la force indiquée. On pourrait la représenter par des nombres proportionnels abstraits. Mais il a paru commode d'attribuer à ces nombres un sens concret; on est convenu de prendre pour unité de la valeur la puissance en chevaux; seulement cette puissance sera celle que développeraient les machines dans des conditions moyennes et identiques bien déterminées. Or, en étudiant d'une part les éléments d'où dépend la valeur d'un appareil moteur, le port en lourd, la vitesse, la consommation de combustible, l'usure, les frais d'entretien, le poids de l'appareil, et, d'autre part, les facteurs d'où dépendent à leur tour ces éléments, on a reconnu que le principal de ces facteurs était la force indiquée, unité arbitrairement choisie de la valeur. Parmi les autres facteurs, les uns exercent une influence considérable sur la force indiquée : on les a donc fait entrer dans la formule, sous forme de fonctions qui réduisent leur influence à être uniforme ou proportionnelle à la valeur. Quant aux autres facteurs, qui n'ont qu'une influence indirecte, on les a éliminés au moyen de plusieurs hypothèses qui leur attribuent une certaine valeur moyenne constante. On est ainsi arrivé à la formule suivante de la *puissance indiquée normale* :

$$P_n = \frac{(D^2 \sqrt[3]{S} + 3H)\sqrt[3]{P}}{100}$$

où D est le diamètre du cylindre de basse pression en pouces, S la course du piston en pouces, H la surface de chauffe en pieds carrés, et P la pression en livres par pouce carré au-dessus de l'atmosphère. Il est d'abord évident que la valeur de l'appareil étant exprimée en puissance indiquée, la formule doit renfermer D^2, et comme on suppose la consommation uniforme pour une pression donnée et indépendante de la détente, le grand cylindre est seul à considérer. En outre une table des pressions montre qu'entre 50 et 250 livres (entre 3 et 17 k. par centimètre carré), $\sqrt[3]{P}$ est sensiblement proportionnel à l'ordonnée moyenne, en supposant que la contrepression et l'utilisation soient les mêmes. En pratique, il est certain que l'utilisation variera; mais cette variation échappe à l'évaluation et rentre dans la catégorie des facteurs auxquels on attribuera une valeur moyenne constante. Quant à $\sqrt[3]{S}$, ce facteur, qui représente la vitesse du piston, suppose cette vitesse proportionnelle à la racine cubique de la course. Ici encore, dans la pratique, on s'écarte de cette loi d'une façon sensible, car on peut donner la vitesse que l'on veut entre des limites très larges sans s'inquiéter de la course. Mais si, ayant toujours en vue la valeur de l'appareil, on cherche d'où doit dépendre la vitesse, on trouve que c'est de l'usure et de la durée, par conséquent de la course. En effet, lorsque la vitesse dépasse certaines limites, la machine est soumise à des chocs et à des vibrations. La précision de l'ajustage et de l'équilibre, qui peut les atténuer, demande des soins et entraîne par suite une diminution proportionnelle de valeur. D'autre part, si on limite la vitesse, cette limitation dépend de la course, du poids des pièces mobiles, de la solidité de la construction. Mais la difficulté d'amortir ces vibrations augmente avec la pression par unité de surface du piston nécessaire pour accélérer et retarder alternativement les pièces mobiles. Or cette pression dépend du poids de ces pièces, de la course et du carré du nombre de tours, sans parler du rapport des longueurs de la bielle et de la manivelle qui est supposé uniforme. Et comme le poids des pièces mobiles varie à peu près comme $\sqrt[3]{S}$, la pression nécessaire à leur accélération ne sera constante que si les vitesses de piston, pour toute valeur de la course, sont proportionnelles à $\sqrt[3]{S}$. C'est ainsi que se trouve justifié l'emploi de cette fonction de la course. Les frottements des pistons, des patins et de la ligne d'arbre sont une autre cause d'usure. Ils dépendent de la vitesse, mais ne sont pas aussi nuisibles que les chocs et les vibrations. On ne pourrait en uniformiser les effets que par une vitesse de piston constante pour toute valeur de la course. Quant à la surface de chauffe, c'est l'élément qui représente le mieux l'influence de la chaudière. Sous un volume donné de l'enveloppe, la surface de grille peut en effet varier beaucoup sans entraîner de variation correspondante dans la valeur de la chaudière. La surface de chauffe, au contraire, ne peut pas beaucoup augmenter, et si elle est réduite, la puissance l'est aussi, ou l'importance de la chaudière, puisque la consommation est supposée constante. En outre, multipliée par $\sqrt[3]{P}$, la surface de chauffe aura plus ou moins de valeur suivant la pression, comme dans la machine. La formule n'étant qu'un instrument de comparaison, le coefficient est arbitraire. On a choisi 100 non seulement par commodité, mais aussi parce que le nombre résultant représente à peu près la puissance en chevaux dans des conditions normales. L'emploi de la nouvelle formule est facilité par un diagramme qui, étant donnés les quatre facteurs, fournit à simple lecture la valeur de la puissance indiquée normale.

Léon Vivet.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 19 mars 1891.

1° Sciences physiques. — Professeur **John A. Mac-William** : Un nouveau réactif pour l'albumine et les autres matières protéiques. L'acide salicyl-sulfonique possède à un très haut point la propriété de précipiter les substances protéiques. C'est un réactif extrêmement délicat pour la recherche des corps protéiques en solution, et il agit sur tous les corps de cette classe. Le professeur Mac-William a examiné l'action de l'acide salicyl-sulfonique sur l'albumine naturelle et les albumines dérivées, la globuline, la fibrine, sur les protéines et les peptones; il donne les résultats obtenus dans ces différents cas, et lorsque le réactif est employé pour rechercher la présence de corps protéiques dans l'urine. La conclusion à laquelle il arrive est que l'acide salicyl-sulfonique est probablement le plus délicat et le plus précis de tous les réactifs connus pour la recherche des corps protéiques en solution. — Dr **William Hunter** : Influence de l'oxygène sur la formation des ptomaïnes. — L'auteur a étudié cette question dans le but de déterminer jusqu'à quel point les propriétés pathogènes d'une certaine classe de bactéries (aérobies facultatives) sont en connexion avec le pouvoir qu'elles possèdent d'emprunter l'oxygène au milieu nutritif lorsqu'on empêche l'accès de l'air. Les résultats des observations ont montré que : 1° le libre accès de l'oxygène empêche complètement la formation des ptomaïnes, la seule base obtenue dans ces circonstances étant l'ammoniaque. 2° Sauf une exception, toutes les expériences concordent pour montrer que, d'après les quantités correspondantes de diamines formées, la formation la plus considérable de ptomaïnes a lieu quand l'oxygène est entièrement supprimé. 3° Des observations furent aussi faites sur les résultats obtenus en prolongeant la durée de la putréfaction en l'absence complète de l'oxygène. Les résultats montrèrent que le treizième jour, les diamines formées étaient réduites au quart de la quantité existante dans la même quantité de liquide, le septième jour. 4° Dans tous les cas, le seul composé aromatique obtenu était la cadavérine ($C^5H^{14}Az^2$). La putrescine ($C^4H^{12}Az^2$) n'existait qu'à l'état de traces. 5° Les résultats d'observations sur les qualités des bases produites ne sont pas aussi nettes. Les symptômes d'empoisonnement les mieux définis furent obtenus par l'injection d'un liquide putréfié à l'abri de l'oxygène. Ils montrèrent de la prostration, de la diarrhée, et dans une autre occasion, une élévation de température. — **M. A. Mallock** : Mesures du module de Young pour les cristaux. — L'auteur a construit un appareil avec lequel on peut déterminer le module de Young sur de petits spécimens. Il a obtenu, pour un certain nombre de cristaux, les résultats suivants :

TABLE DES VALEURS DU MODULE DE YOUNG

Escarboucle [1]	2,430	10^{12}
Escarboucle (autre spécimen)	2,372	
Emeraude [1]	2,076	
Tourmaline [2] (*a*)	1,294	
Topaze enfumée [1] (*a*)	1,207	
Fluorine [3]	1,200	
Fluorine [4]	1,185	
Topaze jaune [1]	1,130	
Topaze jaune [1]	9,515	10^{11}
Topaze jaune [1] (*b*)	8,80	
Tourmaline [2] (*b*)	8,135	
Quartz [5]	7,46	
Verre blanc dur	6,96	

[1] La position des faces du cristal employé par rapport aux axes cristallographiques n'est pas connue. Les spécimens marqués (*b*) sont à angle droit avec ceux marqués (*a*).

[2] Cristal noir de l'Oural. (*a*) Section parallèle aux faces du prisme. (*b*) Section normale aux faces.

[3] Parallèle à la diagonale du cristal cubique.

[4] Parallèle aux faces du cube.

[5] Parallèle aux faces du prisme.

Agate	6,381
Pierre blanche d'Arkansas [1]	5,85
Sélénite [2]	5,505
Flint très lourd	5,165
Marbre bleu	3,20
Marbre blanc	1,1.

— **M. James E. Keeler** : Sur les principales lignes du spectre des nébuleuses. Par l'étude de la nébuleuse d'Orion, M. Keeler a pu comparer la raie H_β de l'hydrogène avec la troisième ligne des nébuleuses, et déterminer la véritable position de la principale ligne des nébuleuses. Il trouve que la position normale de cette ligne correspond à λ 5005,93 avec une erreur probable de 0,03. La position de la magnésie sur la même échelle est λ 5006,36, elle diffère donc de 0,43 dans la position normale de la ligne nébuleuse. De ces faits et d'autres analogues, l'auteur conclut qu'il n'existe aucun rapport entre la ligne des nébuleuses et celles du magnésium.

2° Sciences naturelles. — Professeur **J. Wood-Mason** et **Surgeon-Alcock** : Sur les papilles utérines du *Pteroplatea micrura* et leurs relations avec l'embryon. Les auteurs ont trouvé que, dans le *Pteroplatea micrura*, nous avons un Batoïde qui développe un embryon simple dans un utérus muni d'une membrane muqueuse de structure complexe; et que, tandis que les caractères histologiques de certaines portions de la muqueuse utérine sont ceux des glandes à sécrétion, la disposition de ces portions glanduleuses montre, sans laisser de doute, que la majeure partie de leur sécrétion s'écoule dans le pharynx de l'embryon pendant son séjour dans l'utérus.

Richard A. Grégory.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 20 *mars* 1891.

M. Pickering lit une note sur « la théorie de la dissociation des ions et ses conséquences ». Il montre que la théorie en vertu de laquelle les électrolytes sont entièrement dissociés en leurs ions dans les solutions très étendues, soulève une multitude d'objections. Pour n'en citer qu'une, il y a des cas où, en diluant encore plus une solution déjà étendue, on dégage de la chaleur : dans cette théorie, on devrait dissocier quelques molécules de plus, ce qui absorberait de la chaleur. Il conclut en montrant qu'il ne doit même pas y avoir, comme le voudrait une théorie de Clausius, quelques molécules décomposées en leurs atomes dans une solution. — **M. J. Swinburne** fait une communication sur « quelques points de l'électrolyse ». L'application du principe de Carnot à une pile réversible à un seul liquide donne la formule $E = E + \theta \frac{dE}{d\theta}$, E force électromotrice, E_c part due à l'action chimique, θ température absolue. Si n et p se rapportent aux deux pôles, on peut écrire :

$$E_u + E_p = E_{nc} + E_{pc} + \theta \frac{dE_n}{d\theta} + \theta \frac{dE_p}{d\theta}$$

on peut, en plongeant les deux pôles dans deux vases différents, et les chauffant à différentes températures, déterminer séparément les effets Peltier $\theta \frac{dE_n}{d\theta}$, $\theta \frac{dE_p}{d\theta}$. La connaissance des données thermochimiques, obtenues dans des conditions qu'on aurait soin de bien préciser, pourrait être intéressante. Mais il faut, pour que la pile soit réversible, qu'il n'y ait pas d'action secondaire, et c'est ainsi que l'auteur attribue le rôle principal dans les piles secondaires à la formation du sulfate de plomb et non à la formation intermédiaire de PbO. Quant à la production de gaz dits « à l'état naissant », un raisonnement fondé sur le principe de la conservation de l'énergie montre qu'ils n'existent pas. Dans l'expérience qui consiste à réduire le sulfate ferrique en présence de l'acide sulfurique par un métal comme le magnésium, il y a ou réduction du sel de fer, ou dégagement d'hydrogène : il y a entre les deux faits une relation d'*alternative*, non un rapport de *causalité*. — Sur la manière de voir de M. Lodge sur la force électromotrice de contact entre métaux, il observe que si la tendance à l'oxydation peut produire une tension électrique qui empêcherait toute action ultérieure, la combinaison actuelle doit charger le métal, s'il est isolé. Le sodium, en s'oxydant continuellement, se chargerait ainsi à un potentiel énorme, ce qu'on n'a jamais observé. Dans la discussion de ces notes, M. Pickering dit que les chimistes ne croient plus à l'état naissant et qu'il ne faut pas voir dans la prédominance d'une réaction sur une autre une simple question de quantités de chaleur, mais une sorte de sélection chimique. M. S. P. Thompson appelle l'attention sur le fait que la force électromotrice produisant l'électrolyse peut être prise pour mesure de l'affinité ; il ne partage pas l'avis de M. Swinburne sur les piles secondaires ; deux actions identiques aux deux pôles ne devraient rien ajouter à la force électromotrice, si l'on pouvait la calculer par les données thermochimiques. Le Président, sans être de l'avis du Dr Lodge, croit que l'oxydation d'un morceau de sodium isolé ne produirait pas, dans ses idées, une grande différence de potentiel, car il y a production de chaleur. — Le Professeur **Perry** lit une note « sur la variation de la tension superficielle avec la température ». L'application du principe de la conservation de l'énergie donne la relation $dH + dW = kdt + (l + T)dS$ pour un changement à volume constant; (dH chaleur absorbée, dW travail effectué, k chaleur spécifique à volume constant, l chaleur latente d'extension, T tension superficielle, S surface, t température); on en déduit que $T = c - bt$, c et b constants ; et $l = bt$. Si c et b sont indépendants du volume spécifique, on a, à la température critique $t = \frac{c}{b}$. — **M. Blakesley** décrit un effet de la température sur la tension superficielle, non encore signalé. En chauffant une extrémité du tube d'un niveau à bulle d'air, même à la main, on voit la bulle se déplacer immédiatement vers l'extrémité. — Le Professeur **S. P. Thompson** fait une communication sur les « pièces d'épreuve et les plans d'épreuves magnétiques. » Il montre, par des expériences directes faites avec la bobine plate et le galvanomètre balistique, que, dans la méthode d'arrachement (méthode du clou), la distribution magnétique est très fortement altérée par la présence de la pièce d'épreuve : le champ, après l'introduction de cette pièce, peut atteindre 4 ou 6 fois la valeur du champ primitif : on ne sait donc pas ce qu'on mesure; la méthode de la bobine plate exploratrice, ou plan d'épreuve magnétique, est seule correcte.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 19 *mars* 1891

M. J.-H. Gladstone : *Réfraction et dispersion moléculaires de diverses substances.* L'auteur compare, pour un grand nombre de substances organiques, la réfraction et la dispersion moléculaires observées, et celles que l'on peut déduire des valeurs déjà déterminées pour les éléments constituants. Le plus souvent il y a concordance, sauf dans certains cas où la différence est trop grande pour pouvoir être attribuée aux erreurs d'expérience ; on est conduit à admettre alors une constitution spéciale pour les corps considérés. — **MM. Dunstan** et **W. Ince** : *Contribution à l'étude des alcaloïdes de l'aconit.* 1re partie. — Sur l'alcaloïde cristallisé de l'*Aconitum napellum*. — **M. Tutton** : *Caractères cristallographiques de l'aconitine retirée de l'Aconitum napellum.* — **M. B. Schryver** : *L'asymétrie de l'azote dans les*

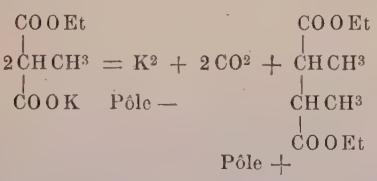
[1] Pierre onctueuse à grain très fin.
[2] Parallèle au clivage principal.

composés substitués de l'ammonium. L'auteur conclut que les composés des ammoniums quaternaires peuvent présenter des stéréo-isomères, dans lesquels la variation de forme cristalline est due à l'arrangement des radicaux éthyle, méthyle, isoamyle et chlore autour de l'atome d'azote. — M. **Perkin** *junior* : *Acétylcarbinol.* — L'acétate de potasse, en solution alcoolique, réagit sur la monochloracétone pour donner l'éther acétique de l'acétylcarbinol : $CH^3 - CO - CH^2 - O - C^2H^3O$. L'action du carbonate de baryte promet ensuite d'isoler l'acétylcarbinol. — MM. **W. Bishop** et **Perkin** *junior* : *Action du dichloracétate d'éthyle sur le dérivé iodé du malonate d'éthyle.* — MM. **Perkin** *j.* et **James Stenhouse** : *Acide benzoylacétique et quelques-uns de ses dérivés.* — MM. **Perkin** *j.* et **Bertram Prentice** : *Synthèses effectuées à l'aide du pentane tétracarboxylate d'éthyle.* — M. **Easterfield** : *Oxydation du mannitol par l'acide nitrique.*

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 6 avril 1891.

Sir Douglas Maclagan lit une notice nécrologique du professeur **Campbell Swinton** sur lord Monerieff. — Le professeur **Crum Brown** lit un mémoire qu'il a fait en collaboration avec le Dr **James Walker** sur la synthèse des acides bibasiques par électrolyse. Ils ont opéré déjà sur les sels éthylpotassiques des acides bibasiques. Ils étendent leurs recherches à un acide à chaîne latérale, l'acide méthylmalonique. L'électrolyse du sel éthylpotassique de cet acide donne de l'anhydride carbonique et un acide diméthylsuccinique symétrique :



L'acide diméthylsuccinique obtenu a, au point de vue de la disposition des carbones asymétriques, une constitution qui rappelle celle de l'acide tartrique. Le corps obtenu dans la réaction doit donc être un mélange d'acide inactif et d'acide corresponpondant à l'acide racémique, c'est-à-dire inactif par compensation. Les auteurs sont arrivés, en effet, à séparer deux isomères, l'un fondant à 193° C, identique à l'acide paradiméthylsuccinique de Bischoff, l'autre à 120°, identique à l'acide antidiméthylsuccinique. L'électrolyse du sel éthylpotassique de l'acide éthylmalonique a donné de même deux acides diéthylsuccinique. — Le professeur **Tait** lit un mémoire sur *le viriel* et spécialement sur les lignes isothermiques de l'acide carbonique. Il montre que la manière dont on écrit ordinairement l'équation avec $p\,(v - \beta)$ au premier membre (le terme $p\beta$ fait partie du viriel) est incorrecte, *excepté en l'absence de forces moléculaires.* La vraie forme de l'équation (approchée) est :

$$p = \bar{p}\left(1 - \frac{(v-\bar{v})^3}{v\,(v+\alpha)\,(v+\beta)}\right) + \left(R + \frac{e}{v+\alpha}\right)\frac{t-\bar{t}}{v},$$

où $\bar{p}$, $\bar{v}$, $\bar{t}$ sont les données caractéristiques du point critique. On déduit des expériences d'Amagat, les valeurs $\bar{p} = 72{,}6$ atm., $\bar{v} = 0{,}0046$, pour l'acide carbonique $\bar{t} = 30°\,9$ C. Les valeurs des autres constantes sont : $\alpha = 0{,}001$; $\beta = 0{,}008$; $R = 0{,}00371$; $e = 0{,}000021$. Avec ces nombres, la formule représente bien les isothermiques entre 0° et 100° pour des pressions de 1 à 500 atm. Elle repose sur une double hypothèse : 1° que les particules du corps sont des sphères solides ; 2° que la température absolue mesure l'énergie moyenne des particules *libres* ; sa concordance avec l'expérience peut être regardée comme une preuve en faveur de la seconde de ces hypothèses.

W. Peddie,
Docteur de l'Université

SOCIÉTÉ PHILOSOPHIQUE DE MANCHESTER

Séance du 24 février 1891

M. **Osborne Reynolds** parle de la difficulté de calculer la force nécessaire pour des arbres de couche et leurs supports. Tant que les forces qui leur sont appliquées sont statiques, les méthodes de calcul actuelles suffisent, mais il n'en est pas ainsi pour des organes soumis à des vibrations. Si la vitesse de rotation d'un arbre vient à coïncider avec sa période de vibration naturelle, il quitte ses coussinets. M. Reynolds a calculé la période naturelle pour un arbre de couche dans le laboratoire d'Owens College et a soumis son calcul à l'épreuve au moyen d'un instrument très simple. Il consiste en une tige d'acier terminée par une boule et dont on peut régler la longueur effective en la faisant glisser horizontalement dans un trou percé dans une grosse tige de bois qui lui sert de support. On ajuste la tige d'acier, de façon qu'elle soit à l'unisson avec l'arbre de couche et l'on en détermine ensuite la période de vibration. — M. Reynolds a trouvé que pendant un brouillard épais, une nouvelle courroie de machine bien propre fonctionnant avec une vitesse de 65 à 80 kilomètres à l'heure est devenue tout à fait noire par un contact de quatre heures avec le brouillard. C'est ainsi que les trains se noircissent dans les tunnels. — M. **Faraday** lit un mémoire sur l'analogie entre les théories du bimétallisme et celle des ions.

Séance du 10 mars 1891.

M. **W. Brockbank** annonce qu'il a découvert à Frizington dans le Cumberland des couches de calcaire du *Spirorbis* analogue à celles que l'on a découvertes à Levenshulme près de Manchester. — M. **T. P. Kirkman** lit un mémoire sur la théorie des groupes.

P. J. Hartog.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance du 11 mars 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. **Backlund**, membre de l'Académie, présente, pour être publiés dans le « Bulletin » et dans les « Mélanges astronomiques » de l'Académie, les résultats de ses recherches sur *le mouvement des petites planètes dont le mouvement moyen est à peu près le double de celui du Jupiter.* L'on sait que cette question présente plusieurs difficultés ; or, M. Backlund a réussi d'aplanir ces difficultés en trouvant pour la détermination des orbites des planètes en question des formules fort simples et en même temps suffisamment approchées pour un temps assez long. Le calcul de ces orbites d'après la méthode de M. Backlund n'exige que le recours aux tableaux bien connus des transcendants de Laplace. Afin de vérifier ses formules le savant académicien les a appliquées au calcul de l'orbite de la planète *Hécube ;* il va dresser les tableaux qui s'y rapportent aussitôt qu'il aura terminé les calculs relatifs à l'apparition de la comète d'Encke, qui va avoir lieu dans le courant de cet été.

2° Sciences naturelles. — M. **Th. Schmidt**, membre de l'Académie, présente pour être publiée dans le « Bulletin » et les « Mélanges géologiques, » une note sur les *couches géologiques des îles Oesel, Dago et Gotland* (dans la Baltique) qu'il accompagne des réflexions suivantes : « Il y a un an j'ai présenté, pour être publié dans les Mémoires de l'Académie, un rapport sur mon voyage en Suède fait dans le but de comparer

les couches supérieures du Silurien de notre île Oesel avec celles de l'île suédoise de Gotland. Afin d'éclaircir les dissentiments qui existent à propos de ces couches entre moi et le géologue suédois, le professeur Lindström, j'ai publié les premiers résultats de mes recherches dans le *Jahrbuch fur Mineralogie, Geologie und Petrefoctenkunde*, en me réservant de publier le travail *in extenso* dans notre Bulletin. Cette publication a été retardée par l'apparition, vers la fin de l'année passée, d'un ouvrage de M. Dammes sur la structure géologique de l'île Gotland, ouvrage dans lequel le professeur berlinois, tout en cherchant à élucider les points en discussion entre moi et M. Lindström, se range plutôt de l'opinion de mon savant adversaire. Dans la présente note j'ai tâché de répondre aux objections de M. Dammes et j'espère que la question sera définitivement tranchée après une prochaine excursion dans les îles que nous nous proposons de faire, M. Dammes et moi, cet été. » La note de M. Schmidt est accompagnée d'une carte géologique du bassin silurien russo-suédois qui occupe la plus grande partie de la Mer Baltique, depuis la côte de l'Ehstonie et l'île Oesel jusqu'à la côte suédoise située en face des îles Gotland et Oeland.

O. Backlund,
Membre de l'Académie.

CHRONIQUE

LES RECHERCHES DE MM. LŒWY ET PUISEUX POUR DÉTERMINER LA CONSTANTE DE L'ABERRATION

Les mémorables découvertes de Képler, de Newton et de Bradley conduisent à quelques relations d'une extrême simplicité, qui unissent entre eux les principaux éléments dont la connaissance importe à l'Astronomie. Tels sont les moyens mouvements des planètes, les grands axes de leurs orbites, les rapports de leurs masses à celle du Soleil, la vitesse de propagation des ondes lumineuses. La détermination numérique de ces grandeurs diverses ne constitue en réalité qu'un problème unique aux aspects multiples, et toute addition précise à nos connaissances sur les dimensions du système solaire a pour conséquence un progrès équivalent dans les autres branches de l'Astronomie.

On voit par là que la direction à donner aux recherches scientifiques ne doit pas être déterminée par l'intérêt immédiat que telle ou telle grandeur, considérée en elle-même, peut nous offrir. Un résultat, en apparence aride et d'une signification difficile à saisir, peut avoir des conséquences qui se fassent sentir dans toutes les parties de la science. Tous les éléments numériques du système du monde présentent donc aux yeux de l'astronome un égal intérêt, et il importe avant tout de discerner ceux dont la détermination peut s'effectuer avec la plus grande exactitude relative.

Dans cet ordre d'idées, trois catégories de recherches apparaissent :

1° L'évaluation des masses, qui est du ressort de la Mécanique céleste.

2° La détermination des distances ou des parallaxes, fondée sur les observations du Soleil et des planètes en divers lieux de la Terre.

3° L'analyse des apparences qui résultent du mouvement de l'observateur et affectent les positions mesurées des étoiles fixes.

Il ne saurait entrer dans le cadre de cette chronique de présenter une esquisse, même abrégée, des travaux entrepris dans les deux premiers ordres de recherches. Pour atteindre dans la détermination des masses une précision supérieure à celle qui résulte des calculs de Hansen et de Le Verrier, il faudra réunir un nombre immense d'observations, attendre que l'effet des perturbations séculaires se soit accentué, se livrer à une discussion longue et délicate. Pour la recherche des parallaxes, on doit saisir les occasions favorables offertes par les oppositions de certaines planètes ou par les passages de Vénus sur le Soleil. Les dernières tentatives faites dans ce sens ont laissé après elles quelque déception et ne permettent pas encore aujourd'hui de fixer la distance de la Terre au Soleil avec la certitude que faisaient espérer il y a plus d'un siècle les travaux de Halley. M. Tisserand a publié dans le XVI[e] volume des *Annales de l'Observatoire* un intéressant résumé de ces recherches. Il arrive à la conclusion que la voie indirecte, fournie par l'Astronomie stellaire, sera sans doute préférable.

Toutes les étoiles nous présentent, en effet, dans la suite de leurs positions apparentes, l'image des différents mouvements dont l'observateur est animé : rotation diurne de la Terre autour de son axe, circulation annuelle de la Terre autour du Soleil, déplacement d'ensemble du système solaire par rapport aux étoiles voisines, déplacement commun des étoiles formant avec le Soleil le Système de la Voie lactée.

Il est possible de séparer ces divers effets et de s'attacher spécialement à celui du mouvement annuel de la Terre.

On sait depuis Bradley qu'en vertu de ce mouvement, chaque étoile décrit dans l'espace d'une année une petite ellipse autour de sa position moyenne. La constante de l'aberration, c'est-à-dire la valeur du demi-grand axe de cette ellipse, est liée simplement à celle du grand axe de l'orbite terrestre et à la vitesse de la lumière. L'explication théorique du phénomène n'est pas encore dégagée de toute difficulté. On ne saurait douter cependant que la relation qui vient d'être indiquée ne soit exacte. On peut donc arriver à déterminer certains éléments du système solaire par l'observation d'astres éloignés, qui semblent n'avoir avec lui aucune connexion.

Les avantages de cette troisième méthode sont manifestes. Il ne s'agit plus, comme dans la recherche des masses, de mettre en œuvre des matériaux immenses, de lutter contre la complication et l'insuffisance des développement analytiques. On n'est pas, comme dans l'évaluation des parallaxes, à la merci de phénomènes rapides, exceptionnels, observés le plus souvent dans des conditions de visibilité imparfaite. On est toujours en mesure de déterminer soit les positions apparentes des étoiles, soit la vitesse de la lumière. Ces opérations peuvent être répétées autant de fois qu'il est nécessaire, et permettent d'utiliser toute la précision des appareils micrométriques.

Toutefois ce dernier avantage est plus apparent que réel, si l'on entreprend de fixer des positions absolues, c'est-à-dire de rapporter les étoiles à l'Equateur ou à l'horizon pris comme plans fondamentaux. Que l'on détermine la direction horizontale par la combinaison d'observations directes et réfléchies, la direction verticale par le nadir ou le niveau à bulle d'air, le lieu du pôle par les observations de circumpolaires, on augmente dans une forte proportion la longueur et la difficulté des mesures. L'obligation d'évaluer des arcs étendus entraîne celle d'étudier la flexion des lunettes, les erreurs de la division des cercles, l'orientation de leurs axes. L'exactitude des mesures faites exige que l'on tienne compte en toute rigueur de la réfraction. Ce n'est pas tout : les plans fondamentaux adoptés ne

sont pas invariables dans l'espace. Vu l'ignorance où nous sommes de la constitution intérieure du globe, la théorie du déplacement des pôles célestes doit emprunter ses principales données à l'expérience, et demeure toujours sujette à revision. Enfin l'invariabilité de la verticale d'un lieu par rapport à l'axe du monde est devenue l'objet de doutes très sérieux à la suite des résultats discordants qui se sont présentés dans la mesure des latitudes.

On voit quelle est la variété des problèmes que soulève la recherche de la constante de l'aberration. Aussi cette question a-t-elle exercé la sagacité des plus habiles astronomes, et servi, par sa difficulté même, de stimulant efficace pour le perfectionnement des méthodes et des appareils. Pour n'en citer qu'un exemple, c'est précisément une tentative de ce genre, faite à l'Observatoire de Berlin par M. Küstner, qui a donné une importance nouvelle à la question des latitudes géographiques. Cet élément, traité comme invariable dans toutes les recherches anciennes, serait sujet, dans l'opinion d'un grand nombre d'astronomes, à des fluctuations très appréciables, tant séculaires que périodiques. Ni M. Küstner, ni M. Nyren, qui ont le plus contribué à mettre en lumière ces variations apparentes, n'ont entrepris d'en fixer la loi. Il convient d'attendre le résultat du travail d'ensemble entrepris par les observatoires allemands ainsi que de l'expédition scientifique envoyée à cet effet dans l'océan Pacifique. Mais ce simple aperçu donnera une idée de la complexité du problème et du nombre d'inconnues que l'on doit dégager ou mettre hors de cause si l'on veut déterminer la constante de l'aberration par des mesures absolues. Quelles que soient les précautions prises, les chiffres trouvés n'auront qu'une valeur provisoire, subordonnée à l'exactitude des hypothèses faites sur la réfraction, sur les déplacements de l'axe du monde et de la verticale.

Sans nul doute, c'est à cette complication fatale, à ce cortège embarrassant d'inconnues auxiliaires qu'il faut s'en prendre, si les déterminations faites à diverses époques offrent des discordances très supérieures à l'incertitude que chacune d'elles, prise à part, semble comporter. En 1843, W. Struve proposait de s'arrêter au chiffre 20″,445 et accompagnait cette communication, faite à l'Académie de Saint-Pétersbourg, du commentaire suivant : « Je suis persuadé que jamais, jusqu'à ce jour, aucun élément astronomique n'a été déterminé avec une précision égale. » D'autre part, les résultats de travaux récents, exécutés avec beaucoup de soin par MM. Nyren et Küstner, accusent un écart supérieur à 0″,2, soit vingt fois l'erreur probable annoncée par W. Struve. De l'aveu des auteurs, il est indubitable que des causes d'erreur systématiques entachent encore les résultats, et qu'aucune des méthodes suivies jusqu'à ces dernières années n'est à l'abri du même reproche.

Si l'on veut y échapper, il est indispensable d'abandonner l'étude des positions absolues pour celle des positions relatives. Mais ce changement radical de méthode est-il possible, et de telles mesures sont-elles propres à mettre en évidence l'effet de l'aberration, dégagée de toute autre inconnue ? On doit répondre affirmativement depuis que M. Lœwy a réduit à de simples pointés micrométriques, effectués dans le champ d'une lunette, l'étude des variations de distance de deux étoiles séparées par un arc étendu sur la sphère céleste. L'appareil qui sert à effectuer ces mesures est un double miroir-plan, taillé sur un bloc de verre unique en forme de prisme. Les propriétés de ce système optique ont fait l'objet de plusieurs communications à l'Académie des Sciences[1]. La haute valeur du nouveau moyen d'étude a été unanimement reconnue par le monde savant.

Depuis, M. Lœwy et M. Puiseux ont exécuté une série d'études qui ont fait disparaître toutes les difficultés relatives à la théorie et à l'usage du double miroir. Une détermination complète de la constante de l'aberration a été entreprise dans le courant de 1890 et menée à terme dans un intervalle de dix mois. Les premières conclusions de ce travail viennent d'être présentées par MM. Lœwy et Puiseux à l'Académie, en attendant l'achèvement des calculs[2].

Dans l'esprit des auteurs, cette première campagne n'avait que le caractère d'une reconnaissance préalable, destinée à éclairer la route à suivre. Toutefois, l'examen des résultats permet de considérer la nouvelle recherche comme pouvant soutenir la comparaison avec tout ce qu'ont donné les anciennes méthodes. Dès aujourd'hui, les auteurs croient pouvoir énoncer les conclusions suivantes :

1° Le chiffre donné par W. Struve en 1843 est très voisin de la vérité, et il serait encore prématuré de vouloir le modifier ;

2° Les rayons réfléchis se comportent, au point de vue de l'aberration, comme les rayons directs. Cette constatation expérimentale confirme les vues théoriques émises en 1887 par M. Fizeau ;

3° La nouvelle méthode pour la recherche de l'aberration peut être considérée comme fixée dans tous ses traits essentiels.

Une nouvelle application, faite en profitant de l'expérience acquise, permettra sans doute de répondre du centième de seconde sur la constante. Ce sera un progrès des plus sensibles dans la connaissance que nous possédons du Système du Monde.

Louis Olivier.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

AUGUSTE CAHOURS

Dans le développement scientifique qui sera l'une des gloires principales du XIXe siècle, nulle science ne sera plus remarquée que cette portion de la chimie qui concerne les composés organiques. A l'obscurité, à la misère qui la caractérisaient au commencement du siècle, ont succédé des richesses presqu'infinies, un ordre incomparable qui prévoit presque tout. Les méthodes les plus ingénieuses, les plus délicates en même temps que les plus simples et les plus pratiques ont remplacé les grossières et difficiles opérations d'autrefois. De si grands progrès ont demandé les efforts de plusieurs générations d'hommes illustres et l'on peut s'étonner à bon droit qu'il n'en ait pas fallu davantage pour une pareille tâche. De ces hommes il en est peu auxquels on puisse rendre l'hommage d'avoir autant contribué à ce résultat que Auguste Cahours. Dans les vastes traités d'aujourd'hui on retrouve partout son nom au commencement des chapitres, comme inventeur de nouvelles méthodes et créateur d'innombrables composés.

Né le 2 octobre 1813 à Paris, entré en sortant du lycée Henri IV à l'Ecole Polytechnique en 1833, il la quittait officier d'état major en octobre 1835. Mais la carrière militaire ne put plaire à cet esprit déjà sincèrement et profondément épris de science.

---

[1] Loewy et Puiseux, Comptes rendus Acad. des Sciences, 14 et 21 avril et 2 juin 1890.

[2] Comptes-rendus Acad. des Sciences, 16 mars 1891.

Au bout d'un an, malgré une situation assez précaire, il abandonnait cette carrière toute faite et embrassait, pour ne le plus quitter, l'état plus aventureux de savant. Il débuta comme préparateur de Chevreul au Muséum en 1836 et c'est une marque de la vivacité de son goût pour la chimie que les interminables et ennuyeuses opérations, auxquels son maître l'employa avec rigueur pendant 4 ans, ne purent le diminuer. Mais son inclination ne le laissait pas se plaire à ce genre d'occupations et le fit sortir bientôt de cette ornière. Un flacon d'huile de pomme de terre abandonné sur une étagère poussiéreuse fut l'occasion pour lui d'un brillant travail de début (1839) et quelque temps après de son passage dans le laboratoire où Dumas présidait à de si brillantes découvertes.

Dans ce travail Cahours montrait que la portion principale de l'huile de pomme de terre était constituée par un nouveau corps bien défini, de propriétés semblables à celles de trois alcools déjà connus (l'ethal, les alcools éthylique et méthylique) et lui donnait le nom d'alcool amylique. La notion de série ressortait avec évidence de l'existence de ce quatrième terme alcoolique et l'importance de ce travail fut tout de suite appréciée à sa valeur. A partir de ce moment et jusqu'à son départ de l'Ecole Polytechnique en 1882, il ne cessa de publier des études, la plupart devenues classiques et le point de départ de recherches aussi nombreuses que l'alcool amylique, sa première découverte, devait en susciter.

Il serait impossible de tout citer ici, je dois me contenter d'effleurer les points principaux.

Ses travaux sur les essences, débuts de tant d'admirables mémoires sur les combinaisons aromatiques, datent de 1841, avec Gerhardt, sur l'essence de cumin. Il étudia seul les essences d'anis, de badiane, de fenouil, l'huile de gaultheria, plus tard celle de girofle. Ces recherches poursuivies de longues années furent interrompues plusieurs fois et l'amenèrent à la découverte d'un nombre considérable de dérivés, du mode d'étherification des phénols, de certains cas d'isomérie qui ont contribué pour une large part à l'éclaircissement de ces fonctions mixtes et n'ont été clairement expliquées qu'à la longue.

Ces essences d'anis, de fenouil, de badiane sont en effet, pour la plus forte portion, constituées par un produit, l'aldéhyde anisique, qui se rattache étroitement aux composés les plus importants de la série aromatique. C'est en effet l'aldéhyde méthylparaoxybenzoïque ; par oxydation il fournit l'acide anisique (C^6H^4. OCH^3. CO^2H) isomère des salicylates de méthyle C^6H^4OH CO^2CH^3), de l'acide méthylsalicylique ($C^6H^4OCH^3CO^2H$), de l'acide oxytoluique (C^6H^3. CH^3. OH. CO^2H), etc ; l'étude de ce corps, de ses dérivés menait à la conception de fonctions avec plus de clarté et de facilité qu'en aucun autre cas peut-être. Les dérivés nitrés, leur transformation en acides amidés indiquaient, avec plus de netteté encore, l'existence de ces composés à fonctions mixtes. Aussi ne peut-on exagérer la lumière que ces recherches ont jetée sur nombre de points alors incertains. Ces isoméries si nettes de produits de même formule, de même fonction, se dédoublant en donnant les mêmes composés, posaient de nombreuses questions que la théorie de Kekulé devait résoudre avec tant d'éclat. L'étude de l'essence de gaultheria que Cahours montra formée de salicylate de méthyle et qu'il reproduisit de toutes pièces se rattachait ainsi étroitement aux mêmes questions.

C'est aussi de ses premières années de laboratoire qu'il faut dater (1845) le travail mémorable, tant de fois et si justement cité, sur les anomalies des densités de vapeur de quelques acides gras au voisinage de leur point d'ébullition. Il y montrait que cette densité normale à haute température et répondant comme nous dirions à deux volumes de vapeur, augmentait à basse température plus qu'on n'avait pu jusqu'alors le prévoir. Plus tard il revint sur ce sujet en 1847, en 1863 au sujet d'une autre classe de faits (densité du perchlorure de phosphore, des chlorhydrates d'hydrocarbures, des sels ammoniacaux), qui ont exercé le plus l'attention et l'ingéniosité des chimistes et n'ont trouvé qu'avec peine leur signification véritable. On sait, en effet, quelle énorme importance a, pour la chimie d'abord mais encore et autant pour la science en général, la question des densités de vapeur. Cahours était le premier à montrer qu'il existait des anomalies régulières de ces densités. Il indiquait que décroissantes d'abord, ces densités, dans le cas des corps stables, ne tardaient pas à devenir constantes. Il en concluait avec raison que, lorsqu'on les trouvait variables, il fallait en inférer un changement de la molécule. Ces conséquences restent aujourd'hui telles que Cahours les avait alors tirées. On ne peut faire un plus bel éloge de ce travail après que tant de savants souvent illustres ont examiné la question.

De 1848 et 1849 sont ses recherches sur l'action du perchlorure de phosphore sur les composés organiques qui introduisirent en chimie un réactif fréquemment usité et donnaient la préparation classique d'une classe importante de composés, les chlorures des radicaux d'acides, dérivés chlorés correspondant aux aldéhydes aromatiques, etc. On sait en effet combien le perchlorure de phosphore a été employé pour déceler dans les molécules organiques les *oxhydryles* (— OH) ; l'importance des dérivés chlorés qu'il obtenait si aisément dans ce travail ne saurait non plus s'exagérer, tant leur emploi s'est depuis généralisé grâce à leur facile obtention.

De 1847 est le début de ses belles études sur les dérivés bromés et pyrogénés que l'on peut retirer de l'acide citrique. A l'heure qu'il est, dans ce fourmillement de composés organiques qui pullulent sous les mains des chimistes, il est facile d'être injuste pour les fondateurs de cette science. Il faut relire leurs mémoires, se remettre dans ce milieu obscur, pauvre et pourtant encombré, pour juger sainement du progrès qu'ils réalisaient.

Les mémoires de Cahours sur les stannéthyles, esquissés avec M. Riche, repris et développés plus tard seul, mirent la lumière dans une question embrouillée et furent d'une grande importance pour les questions alors si débattues de la valence, des équivalents et des poids atomiques. C'est ce même ordre d'idées qui le guida dans ses autres travaux sur les combinaisons organométalliques, arsines, stibines, plombéthyle, etc, sur les sulfines, auxquels l'avaient amené peut-être des études antérieures (1847) sur les polysulfures alcooliques.

On sait en effet qu'à cette époque beaucoup de chimistes, occupés un peu exclusivement peut-être de la chimie du carbone, pensaient que chaque corps simple devait avoir une valence ou capacité de saturation (faculté d'attirer un certain nombre d'atomes) unique, ou tout au moins de parité constante. Les recherches sur les composés organométalliques semblaient indiquer qu'au moins pour beaucoup d'autres corps métalliques fort différents il en était encore ainsi. Elles montraient en outre que les combinaisons de ces métaux devaient (à moins de forcer les analogies les plus évidentes) être rapportées à 4 volumes de vapeur (aujourd'hui nous dirions 2) comme les composés organiques bien définis. Il n'en fallait pas tant pour expliquer l'intérêt qu'elles présentaient, sans parler du fait encore rare à ce moment de voir des corps comme l'étain, le soufre, l'arsenic, l'antimoine former dans certains cas des alcalis caustiques, comparables à la potasse ou à la soude.

Vinrent ensuite les découvertes de la pipéridine, du xylène, d'importants mémoires sur les acides amidés, où se trouve la première synthèse d'un acide amidé gras, celle du glycocolle, sur le furfurol, sur les acides sulfonés, les aldéhydes sulfurés, etc. Entre temps se placent des collaborations fructueuses, comme le mémoire sur les matières azotées neutres de l'organisme où avec Dumas il abordait l'étude des albuminoïdes si

complexe et aujourd'hui encore si ténébreuse, malgré les belles recherches de M. Schutzemberger et de tant d'autres. Les deux collaborateurs y montraient l'analogie des produits végétaux et animaux, mettant une sorte d'unité dans la vie intime de tous les êtres vivants. Plus tard, rapprochés par une passion commune, Cahours avait lié avec M. Hoffmann, l'illustre savant allemand, une étroite amitié et, attiré par lui, alla passer à plusieurs reprises quelques mois en Angleterre. Cette amitié qui dura jusqu'à sa mort donna lieu à la découverte de l'alcool allylique, à de belles études sur les phosphines qui mirent alors en lumière tout l'intérêt de l'intéressante découverte de Paul Thénard.

C'est aussi en collaboration avec Pelouze qu'il publia son examen des pétroles d'Amérique ; des mémoires sur les phosphines, sur certaines combinaisons de l'éther cyanique furent faits avec M. Gal ; de belles recherches sur la nicotine avec M. Etard ; les combinaisons butyliques de l'étain, certains pétroles et acides gras dont ils dérivent, furent examinés avec M. Demarçay.

On n'aurait cependant qu'une idée imparfaite de l'activité de Cahours si l'on se bornait à considérer ses mémoires originaux. Le professorat qu'il aimait tint une large part dans sa vie. Nommé répétiteur à l'Ecole centrale en 1838, à peu près à la même époque, professeur suppléant à l'Ecole d'application des tabacs, c'est là qu'il débuta dans la carrière professorale ; il aimait souvent à parler de ces lointains débuts qui lui avaient laissé de gais souvenirs. En 1845, il devint professeur à l'Ecole centrale en remplacement de Dumas et garda cette position jusqu'en 1872. Il y laissa le meilleur souvenir tant auprès des élèves qu'auprès de ses collègues et des directeurs de l'Ecole. Il professait en effet avec passion, et cette ardeur, jointe à de vives convictions, au feu de son débit et à son extrême clarté, (qualité qui, chez lui, passait avant toutes les autres), assura partout à son cours un succès éclatant. Il éveilla ainsi chez bien des élèves le goût d'une science dont l'attrait avant lui leur était demeuré tout à fait étranger. A l'Ecole Polytechnique, il retourna en qualité de répétiteur en 1841 ; il y devint examinateur de sortie en 1852 et professeur enfin en remplacement de Regnault en 1871. Dans tous ces postes, sa science, son talent de professeur et enfin sa justice et son indulgence le firent regretter universellement lorsqu'il les quitta définitivement en 1881. Il a laissé son enseignement dans ces deux écoles dans ses deux traités de chimie. Ces volumes, où se reflètent les idées de l'époque où ils ont paru, se font remarquer par la qualité maîtresse de l'enseignement de Cahours, je veux dire la clarté : cette qualité, si nécessaire dans les plus hauts enseignements de la science, ne peut guère y régner dans l'obscurité où nous enferme notre ignorance ; elle s'achète, dans des cours moins élevés, au prix d'une certaine allure schématique imprimée à l'enseignement tout entier. Il faut savoir reconnaître que tout l'enseignement est à ce prix et ce n'est que bien plus tard que l'on peut aborder, avec la critique, toutes les lacunes, toutes les obscurités, toutes les contradictions qu'elle doit signaler dans nos sciences humaines. Mais jamais Cahours ne fut à proprement parler un polémiste ; alors même que ses travaux, ses idées penchaient vers une hypothèse, il n'abandonnait pas pour cela complètement l'hypothèse contradictoire. Il pensait que toute supposition trouvée bonne renferme quelque part de vérité, qu'il est dans la nature d'étranges conciliations qui étonnent les savants, et que, dans une certaine mesure, il est de leur devoir de garder au prix de contradictions apparentes le souvenir des aspects sous lesquels leur est apparue d'abord l'ombre de la vérité. Au fond il préféra toujours un travail bien fait à la plus belle théorie ; sans vouloir écarter les hypothèses, il les considéra toujours comme l'accessoire et le côté variable de la science. On ne saurait dire qu'il ait eu tort.

Les brillants travaux de Cahours avaient depuis longtemps attiré sur lui les honneurs les mieux mérités. Membre des Académies de Pétersbourg, de Berlin, membre d'honneur de nombreuses sociétés savantes, Commandeur de la Légion d'honneur, il vit s'ouvrir pour lui les portes de l'Académie des Sciences en 1868, le 11 mai. C'était là son désir le plus cher, le couronnement d'une lointaine ambition. Mais, malgré cette joie, à peu près à la même époque, sa vie fut attristée par les plus cruels malheurs. Il s'était marié et avait eu deux fils. Il eut la douleur, de 1867 à 1871, de perdre coup sur coup son frère, puis sa femme et enfin ses deux fils, arrivés à l'âge de 23 ans. Il ne put se relever de pareils chagrins et bien que, plus tard, il se fût remarié pour mettre dans sa solitude les affections et l'animation d'une nouvelle famille, on ne devait jamais revoir l'homme d'avant ces années néfastes. Depuis longtemps d'ailleurs, une cruelle et presque continuelle maladie était venue continuer par ses attaques persistantes le travail qu'avait commencé le chagrin, et quand la mort vint le prendre, il l'attendait sans peur depuis des années, peut-être même la trouvait-il bien lente.

Je parlais plus haut de l'indulgence que Cahours savait allier à la plus stricte justice dans ses fonctions d'examinateur à l'Ecole Polytechnique. C'est, en effet, le côté le plus saillant de sa personnalité morale que son extrême bonté et ses vives affections. Incapable de tenir rancune (par bienveillance plus encore que par religion) à un solliciteur, je l'ai vu s'employer pour des gens qui venaient de le desservir. Il poussait le dévouement à ses dernières limites pour ses amis et ses élèves. Toujours prêt à les aider de ses conseils, de son appui auprès de ses nombreux amis, de sa bourse même, et plus ardent s'il fallait lutter pour eux que s'il s'agissait de lui-même. A cette bonté, et sans doute c'en était une conséquence, s'alliait une grande tolérance, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue religieux. Cahours était, en effet, très sincèrement et profondément catholique, et ces idées furent un appui réel et bien précieux pour lui dans les cruels malheurs qui assombrirent si profondément son existence. Mais, quelque vif et convaincu que fût son sentiment religieux, il n'en fut jamais détourné de ceux qui pensaient autrement que lui. Cette tolérance s'étendait aux questions scientifiques qui le passionnèrent pourtant toujours ; prêt à discuter et à admettre à la discussion quiconque lui paraissait de bonne foi et de capacité à y prendre part, il n'usa jamais des prérogatives de l'âge et de la position pour imposer une opinion. La largeur de sa bonté sut toujours pardonner une divergence de vues, même lorsqu'elle n'était pas à son avantage et attaquait les opinions qu'il avait le plus défendues. Toujours modeste pour ses travaux, prêt à encourager ses élèves, à exalter leurs mérites, tel m'a paru cet excellent Maître, ce grand savant dont le nom vivra et sera respecté pour ses découvertes et sa largeur de cœur.

Eugène Demarçay.

Notre distingué collaborateur, M. J. Thoulet, professeur de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Nancy, fera, pendant le second semestre scolaire, un cours libre d'Océanographie à la Faculté des Lettres de Paris. L'enseignement de l'Océanographie, depuis longtemps officiel en Allemagne, va faire ainsi sa première apparition dans l'Université de France. Jusqu'alors il n'avait été l'objet, dans notre pays, que de conférences, données par M. J. Thoulet, en dehors de l'Université, et sous les auspices de l'Amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire, aux officiers de marine détachés à l'Observatoire de Montsouris.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier

Paris.—Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17.